

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Науковий керівник кафедри

_____ С.П. Денисюк

« ____ » _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективність

**на тему: «Керування попитом на електричну енергію інструментами
внутрішньодобового ринку»**

Виконав:

студент VI курсу, групи ОН-62м

Дмитренко Валерій Миколайович

Керівник:

к.т.н., доц. Коцар Олег Вікторович

Консультант з нормоконтролю:

ас. Прокопенко І.Д.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
 Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Науковий керівник кафедри

_____ С.П. Денисюк

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Дмитренко Валерій Миколайович

1. Тема дисертації **«Керування попитом на електричну енергію інструментами внутрішньодобового ринку»**

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Коцар Олег Вікторович
 затверджені наказом по університету від **«20» березня 2018 р. №971-с**

2. Термін подання студентом дисертації **«18» травня 2018 року**

3. Об'єкт дослідження: процеси керування попитом на внутрішньодобовому ринку електричної енергії.

4. Вихідні дані: Закон України «Про ринок електричної енергії», Правила ринку, Правила ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку, аналіз цін в ОРЕ (інформація Головного оператора), обсяги закупівлі електроенергії, виробленої альтернативними та відновлювальними джерелами енергії Гарантованим покупцем (інформація Гарантованого покупця).

5. Перелік завдань: 1) визначити роль та значення ринку електричної енергії в рамках концепції Smart Grid; 2) розглянути особливості лібералізації ринку електричної енергії України; 3) проаналізувати нормативно–правове забезпечення ринку електричної енергії України та його регламент; 4) провести порівняльний аналіз виробітку електроенергії на базі ВДЕ з

викопного палива на ринку електричної енергії України; 5) оцінити похибки прогнозування виробітку електроенергії з ВДЕ та їхній вплив на ефективність функціонування ринку електричної енергії, зокрема, ВДР; 6) адаптувати методи управління попитом для умов лібералізованого ринку електричної енергії.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: графіки генерації електроенергії на ВДЕ, схематичні рисунки електроспоживання за методом ідеальної норми, типові графіки навантаження.

7. Орієнтовний перелік публікацій. Коцар О.В. Дмитренко В. М. Управління попитом на електроенергію на ринку електроенергії // SCIENCES OF EUROPE — 2018. — №26 [Електронний ресурс]: <https://european-science.org/mainpage/sample-page>.

8. Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання 12 березня 2018 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання		Вик
2	Аналіз літературних джерел		Вик
3	Складання плану роботи		Вик
4	Робота над першим розділом		Вик
5	Робота над другим розділом		Вик
6	Робота над третім розділом		Вик
7	Робота над четвертим розділом		Вик
8	Оформлення ПЗ, нормоконтроль, попередній захист		Вик

Студент

В.М Дмитренко

Науковий керівник дисертації

О.В.Коцар

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: 102 сторінок, 26 рисунків, 26 таблиць та 35 посилань до використаних джерел інформації.

Актуальність теми. В зв'язку із лібералізацією ринку електричної енергії виникає потреба, зокрема, у розробленні нових пристроїв управління з метою балансування попиту і пропозиції на ринку в реальному часі шляхом управління електроспоживанням новими (вдосконаленими) методами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Результати роботи пов'язано з науковими дослідженнями та розробками, які виконуються в Інституті енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 2017 – 2018 роках в рамках держбюджетної теми 2013-п «Розроблення науково-методологічних основ агрегування та керування віртуальними електростанціями і активними споживачами в умовах енергоринку.» (наук.керівник, д.т.н., проф. Денисюк С.П.)

Метою магістерської дисертації є визначення головних пріоритетів та принципів управління попитом інструментами внутрішньодобового ринку електричної енергії (ВДР).

Реалізація поставленої мети обумовила необхідність вирішення таких завдань:

- 1) визначити роль та значення ринку електричної енергії в рамках концепції Smart Grid;
- 2) розглянути особливості лібералізації ринку електричної енергії України;
- 3) проаналізувати нормативно–правове забезпечення ринку електричної енергії України та його регламент;
- 4) провести порівняльний аналіз виробітку електроенергії на базі ВДЕ з вичерпного палива на ринку електричної енергії України;
- 5) оцінити похибки прогнозування виробітку електроенергії з ВДЕ та їхній

вплив на ефективність функціонування ринку електричної енергії, зокрема, ВДР;

б) адаптувати методи управління попитом для умов лібералізованого ринку електричної енергії.

Об'єктом дослідження є процеси управління попитом на ВДР.

Предметом дослідження є методи та засоби управління попитом на ВДР.

Методи дослідження Для вирішення поставлених завдань використовувалися такі основоположні методи: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; метод експертних оцінок; графічний метод; SWOT аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів. Вдосконалено управління споживачами-регуляторами за методом ідеальної норми, який відрізняється тим, що окрім обмеження навантаження за лімітом потужності також застосовується обмеження, яке пов'язане з уточненням на ринку обсягів електроспоживання.

Практичне значення роботи. Результати можуть бути застосовані на лібералізованому ринку електричної енергії для управління навантаженням. Оцінено результати прогнозування на ВДР, зроблено висновок щодо неможливості управління за такої похибки, запропоновано шляхи вдосконалення методів управління електроспоживанням. В рамках стартап проекту розроблено АПК на базі методу управління ідеальної норми.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюднені в публікаціях.

Публікації. Коцар О.В. Дмитренко В. М. Управління попитом на електроенергію на ринку електроенергії// SCIENCES OF EUROPE: електронний науковий журнал — 2018. — №26 — с.3. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <https://european-science.org/mainpage/sample-page>.

Ключові слова: *контроль енергоефективності, електроспоживання , енергозбереження, електроенергія, ВДР, ОРЕ, ВДЕ, режими роботи, ідеальна норма.*

ABSTRACT

Structure and scope of work: 102 pages, 26 figures, 26 tables and 35 references to used sources of information.

Actuality of theme. In connection with the liberalization of the electricity market, there is a need, in particular, for the development of new control devices to balance demand and supply on the market in real time by managing the consumption of electricity through new (improved) methods.

Relationship of work with scientific programs, plans, themes.

The results of the work are related to scientific research and development carried out at the Institute of Energy Saving and Energy Management of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" in 2017-2018 within the framework of the state budget theme "Development of scientific and methodological foundations of aggregation and management of virtual power plants and active consumers in the conditions of the energy market. "(scientist, head of science, doctor of technical sciences, prof. Denisyuk SP)

The aim of the master's thesis is to identify the main priorities and principles of demand management by instruments of the internal market of electric energy (VDI).

Realization of the set purpose has caused necessity of the decision of the following tasks:

- 1) determine the role and significance of the electricity market within the framework of the Smart Grid concept;
- 2) consider the features of liberalization of the Ukrainian electricity market;
- 3) analyze the regulatory framework of the Ukrainian electricity market and its regulations;
- 4) conduct a comparative analysis of electricity generation based on RES from fossil fuels in the Ukrainian electricity market;
- 5) to estimate errors of prediction of electric power generation from RES

and their influence on the efficiency of functioning of the market of electric energy, in particular, IDM;

6) Adapt demand management methods for the conditions of a liberalized market of electric energy.

The object of the study is the processes of managing the demand for DDR.

The subject of the study is the methods and tools for managing demand in the DDR.

Research methods To solve the problems, the following basic methods were used: the method of comparative and structural analysis, statistical method; method of expert assessments; graphic method; SWOT analysis.

Scientific novelty of the obtained results. Improved management of consumer regulators by the ideal norm method, which differs by the fact that in addition to limiting the load over the capacity limit, the restriction related to the clarification on the market of volumes of electricity consumption is also applied.

Practical value of work. The results can be applied to the liberalized market of electric energy for load management. The results of forecasting on the BDD are estimated, the conclusion is made about the impossibility of management for such an error, proposed ways to improve the management of electricity consumption. In the framework of the startup of the project, the APC was developed on the basis of the ideal norm management method.

Approval of the results of work. The results of the master's thesis were made public:

Publications Kotsar O.V. Dmitrenko V. M. Managing demand for electricity in the electricity market // SCIENCES OF EUROPE: Electronic Journal of Journalism - 2018. - №26 - p.3. [Electronic resource]. Log access mode: <https://european-science.org/mainpage/samplepage>.

Key words: energy efficiency control, power consumption, energy saving, electricity, IDM, WEM, RSE, operating modes, ideal norm

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1.ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ	14
1.1. Роль та значення ринку електричної енергії.....	14
1.2. Особливості формування ринку електроенергії України.....	21
1.3. Нормативно – правове забезпечення ринку електричної енергії.....	26
Висновок до розділу 1	32
РОЗДІЛ 2.ПОПИТ ТА ПРОПОЗИЦІЯ НА РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	33
2.1. Основні споживачі електричної енергії	33
2.2 Регламент функціонування внутрішньодобового ринку.....	39
Таблиця 2.1. Динаміка змінення цін продажу електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України в 2016-2018 роках.....	49
Таблиця.2.4 Динаміка змінення частки вартості електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України, в середньозваженій вартості електроенергії.....	51
Таблиця 2.8 Змінення частки вартості електроенергії, яку відпущено в ОРЕ України виробниками ВДЕ в 2016-2018 роках.....	54
2.3Аналіз точності прогнозування виробітку ВДЕ гарантованим постачальником лібелізованого ринку електричної енергії України.	60
2.4. Прогнозування електроспоживання в Україні.....	62
Висновок до розділу 2.....	69
РОЗДІЛ 3.Методологія управління попитом.....	70
3.1. Методи управління попитом на ринку електроенергії.....	70
3.2 Методологічний підхід до керування електроспоживанням.	80
Висновок до розділу 3	87
РОЗДІЛ 4ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	88
4.1 Опис ідеї.....	88
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	89

	10
4.3 Аналіз можливостей розвитку стартап-проекту в умовах ринку	90
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	93
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	94
Висновок до розділу 4.....	95
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99

ВСТУП

Сучасна енергетична політика розвинутих країн світу базується на розумінні вичерпності традиційних паливно-енергетичних ресурсів, необхідності збереження довкілля та запобігання глобальним змінам клімату. Саме тому у світі така велика увага приділяється питанням енергозбереження, енергоефективності та поширення використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Україна теж не стоїть осторонь – питання розвитку відновлюваної енергетики на сьогодні є пріоритетними, і лише держава шляхом виваженої законодавчої, гнучкої цінової, тарифної та податкової політики може забезпечити їх вирішення.

Стрімке підвищення цін на паливо та фізичний знос переважної частини енергоблоків на тлі нестачі коштів на реконструкцію існуючих та будівництво нових маневрених генеруючих потужностей ОЕС України визначає актуальність пошуку нових ефективних рішень, спрямованих на збалансування національної енергосистеми. Практика багатьох зарубіжних країн показує, що одним зі шляхів вирішення цього питання може бути реалізація комплексу заходів, спрямованих на управління попитом.

У сфері сучасних наукових досліджень проведено значну роботу щодо вирішення низки проблем сталого енергозабезпечення, чому присвячено праці таких науковців, як В.Бараннік, О.Волович, М.Долішній, С.Дорогунцов, С.Єрмілов, М.Земляний, Л.Коженювські, С.Корсунський, С.Кудря, А.Праховник, Д.Ріфкінта, А.Суходоля, А.Шидловський, А.Шевцов, А.Щокін та інші. У їхніх роботах запропоновано напрями структурної перебудови та технологічного переозброєння вітчизняного паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), переходу енергетики України на шлях сталого розвитку.

Механізми управління попитом та споживанням електроенергії, використання диференційованих тарифів досліджували О.Згуровець, Г.Костенко, Н.Мица, Н.Находов, Б.Папков та інші.

Питання розвитку електроенергетики на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в своїх працях досліджували такі вітчизняні вчені, як Б.Стогній, О.Кириленко, С.Денисюк, С.Дубовський. У роботах названих авторів доведено, що застосування нових методів управління споживанням електроенергії надає переваги як споживачам, так і енергетичним компаніям, наводяться приклади існуючих технічних можливостей регулювання споживання з боку споживачів електроенергії.

Незважаючи на значну кількість публікацій, питання управління попитом на електроенергію інструментами внутрішньодобового ринку електроенергії потребують подальшого дослідження.

Метою магістерської дисертації є визначення головних пріоритетів та принципів управління попитом на електроенергію інструментами внутрішньодобового ринку електричної енергії (ВДР).

Реалізація поставленої мети обумовила необхідність вирішення таких завдань:

- визначити роль та значення ринку електричної енергії;
- розглянути особливості формування ринку електричної енергії України;
- проаналізувати нормативно – правове забезпечення ринку електричної енергії України та розкрити його регламенту;
- провести порівняльний аналіз виробництва чистої та традиційної енергії на ринку;
- оцінити прогностні похибки генерації ВДЕ та їх динаміку протягом 2016- 2018 років;
- модернізація методу ідеальної норми;

Об'єктом дослідження є процеси управління попитом на внутрішньодобовому ринку електричної енергії.

Предметом дослідження є методи та засоби управління попитом на внутрішньодобовому ринку електричної енергії.

Методи дослідження Для вирішення поставлених завдань

використовувалися такі основоположні методи: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; метод експертних оцінок; графічний метод; SWOT-аналіз.

Інформаційну базу дослідження становлять: законодавчі та нормативні акти України та міжнародних організацій; статистичні дані Державного комітету статистики України; монографічні дослідження та наукові публікації з питань керування електроспоживання на підприємстві, Інтернет – ресурси.

Наукова новизна. Вдосконалено управління споживачами-регуляторами за методом ідеальної норми, який відрізняється тим, що окрім обмеження навантаження за лімітом потужності також застосовується обмеження, яке пов'язане з уточненням на ринку обсягів електроспоживання.

Практичне значення роботи. Результати можуть бути застосовані на лібералізованому ринку електричної енергії для управління навантаженням. Оцінено результати прогнозування на ВДР, зроблено висновки щодо неможливості управління за такої похибки, запропоновано шляхи вдосконалення методів управління електроспоживанням. В рамках стартап проекту розроблено АПК на базі методу управління ідеальної норми.

Особистий внесок автора. Наукові положення, висновки і рекомендації, які виносяться на захист магістерської дисертації, одержані автором самостійно.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення та результати виконаного наукового дослідження були оприлюднені:

Публікації.

Обсяг і структура роботи. Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 101 сторінок, список використаних джерел із 35 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

1.1. Роль та значення ринку електричної енергії

Енергія завжди була найважливішою складовою, що визначала життя людини і розвиток цивілізації, хоча впорядкованість відносин з її вироблення, постачання та споживання не завжди було врегульовано правовими нормами. Історія суспільних відносин у сфері енергетики, починаючи від часів оволодіння людиною вогнем, потім енергією річок, вітру, сонця, тепловою та атомною енергією, відображає постійний пошук, великі відкриття, накопичення і передачу від покоління до покоління знань, найважливіших досягнень у сфері пізнання законів природи [1].

Поняття «енергія» походить від терміна «energeia», що вперше набуло власного закріплення в письмових роботах Аристотеля, який визначає її як «все, що має вигляд сили, здатність до будь-якого досягнення». Видатний вчений М. В. Ломоносов у свій час відкрив всесвітньо відомий закон збереження енергії, який згодом набув відповідного розвитку, а саме, з'явилося не менш відоме формулювання «енергія в природі не виникає нізвідки, і не зникає в нікуди, вона може лише переходити із однієї форми в іншу» [2].

Грунтуючись на існуванні закону збереження енергії, саме поняття «енергія» об'єднує всі явища природи. «Енергія» як фундаментальне природно-наукове поняття означає кількісну міру руху матерії, або навпаки – здатність виконувати роботу. Етимологічне дослідження поняття «енергія» вказує на те, що воно складається з приставки «ін» (в), яка потім перетворилася на «ен» – підкреслює направленість, і «ерг» – «дія». Тобто дія, направлена всередину системи, зовнішній характер прояву сили або дії, що викликає рух [3].

Окремі науковці зазначають, що початково поняття «інергія» трансформувалося з часом в теперішнє загальноживане поняття «енергія», і

означає лише енергію першого роду: від докладеної сили (потенції) до результату (ентелехії), тобто кінетичний вид енергії. А «синергія» визначає другий вид – взаємодія тіл «частин» системи, що визначає не зовнішні, а внутрішні потенційні сили для нового прояву, дії системи. Такі ж поняття, як «енергодинаміка», «енергоутворення», «енергосистеми» слід розглядати з урахуванням двох видів руху і енергетичної взаємодії [4].

До науково-юридичного розуміння поняття «енергія» звертаються не лише вітчизняні науковці-правники, але і зарубіжні вчені. Так, відповідно до Р. Сават'є енергія, як правова категорія може знайти власний вираз лише у формі зобов'язання. Їй притаманні родові ознаки, що виражаються тільки в результатах її використання і продається вона у відповідних одиницях виміру. Представляючи собою важливий аспект зобов'язань, вона ніколи не може бути правом власності.

Втім якщо говорити про електроенергію, то потрібно зазначити, що вона не належить до категорії первинних джерел, хоча вона є найкращою в плані використання. Також електроенергію належить місце вторинного джерела енергії, тому що вона виробляється шляхом спалення первинних природних енергоресурсів, ланцюгових реакцій на атомних електростанціях, перетворюється пристроями з енергії водопадів, сонця тощо.

Для виробництва електрики за допомогою електрогенераторів використовуються абсолютно всі первинні джерела енергії. Процес вироблення електрики, ґрунтується на проходженні струму через провідник, що розташований в магнітному полі. Електрогенератори складаються з електропровідників, які обертаються в магнітному полі, саме завдяки обертанню якого діє генератор. Енергія обертання магнітного поля обов'язково використовується у всіх електрогенеруючих станціях, де головну частину цього обладнання складають турбіни, осі яких приєднані до вісі генератора. На всіх великих електростанціях турбіни працюють на енергії пари (спалюється вугілля, мазут, нафта або газ). На інших, менших електростанціях рух турбіни здійснюється за рахунок обертання вітряків або

двигунів внутрішнього згорання.

На законодавчому рівні поняття енергія закріплено з Законі України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 № 2019-VIII, відповідно до положень якого електрична енергія – енергія, що виробляється на об'єктах електроенергетики і є товаром, призначеним для купівлі-продажу [5].

Розглянемо ризики, які стосуються електроенергетики:

- ризики, пов'язані з небезпекою для життя людей, природні, екологічні (практична відсутність достовірних і репрезентативних статистичних даних);
- виробничо-технологічні (відображають імовірнісні наслідки відмов технічних систем і їх елементів);
- правові (неможливість створення ефективного механізму управління ризиками на основі чинного законодавства);
- фінансово-економічні (відсутність даних про реальну вартість і технічний стан електроустаткування, практична неможливість отримання об'єктивної техніко-економічної інформації про наслідки різного роду аварій, пошкоджень, збоїв);
- соціально-політичні;
- інформаційні;
- комерційні [6].

2017 рік виявився для споживачів електрики стабільним у ціновому плані для України. Тарифи на кіловат-годину для побутового сектора підвищилися несуттєво. Наприклад, якщо в січні ціна кіловат-години для споживачів першого класу напруги Дніпропетровської області становила 1,39 грн, а другого – 1,63 грн, то до грудня ці цифри зросли до 1,41 і 1,64 грн відповідно. Схожа динаміка спостерігається і в інших регіонах. У грудні діапазон роздрібних тарифів по областях коливається від 1,35 до 1,72 грн – на першому класі, і від 1,39 до 2,24 грн – на другому [7].

Відносне цінове затишшя стало можливим завдяки високій висхідній динаміці попередніх років. Зокрема, за період з 2010 по 2015 рік середньозважений тариф на електрику для промислових споживачів в

Україні виріс з 0,598 грн до 1,31 грн за 1 кВт-год. [7].

У 2016 році усереднений роздрібний тариф на кіловат-годину для середніх підприємств у країнах ЄС становив 8,14 євроцентів. Тобто, на сьогоднішній день невеликі українські підприємства з аграрних областей (де тариф вищий, ніж в індустріальних) вже майже досягли європейського цінового рівня в оплаті електрики [7].

Однак благополучний період тарифної стабільності для промислових споживачів спливає разом з 2017 роком. 27 грудня НКРЕКУ підвищила прогнозну оптову ціну електроенергії на перший квартал 2018 року на 9,5% – до 1,49 грн, з подальшим її збільшенням в наступні три квартали ще на 6,1% – до 1,58 грн [7].

Своє рішення НКРЕКП обґрунтувало інфляційною, курсовою і паливною складовими, підвищенням зарплат для енергетиків і, як наслідок, збільшенням ціни електроенергії для всіх генеруючих компаній і НЕК «Укренерго».

Зокрема, електроенергія теплових генеруючих компаній подорожчає на 16% внаслідок підвищення індикативної ціни вугілля на 25,8% – до \$83,08 за тону. Індикативна ціна розраховується на основі середньозваженої ціни європейського вугільного ринку за період з грудня 2016 до листопада 2017 року, а її зростання продиктовано висхідним трендом європейських бірж у квітні-жовтні цього року. Саме середньорічний показник індексу API 2 на умовах CIF ARA (гавані Амстердама, Роттердама і Антверпена) і закладається в основу формули «Роттердам+», за якою НКРЕКУ визначає ціну вугілля в тарифах вітчизняної теплової генерації [7].

У 2018-му році зростання оптової ціни для непобутових споживачів означатиме збільшення роздрібних тарифів на кіловат-годину приблизно на 10%.

Ринок електричної енергії, згідно вказаного закону, це система відносин, що виникають між учасниками ринку під час здійснення купівлі-продажу електричної енергії та/або допоміжних послуг, передачі та

розподілу, постачання електричної енергії споживачам [5].

Закон «Про ринок електричної енергії» передбачає впровадження нової моделі ринку, що включає ряд сегментів: ринок двосторонніх договорів, ринок "на добу вперед", внутрішньодобовий ринок, балансуючий ринок і ринок допоміжних послуг [5].

На рис 1.1. розглянемо структуру ринку електричної енергії [8].

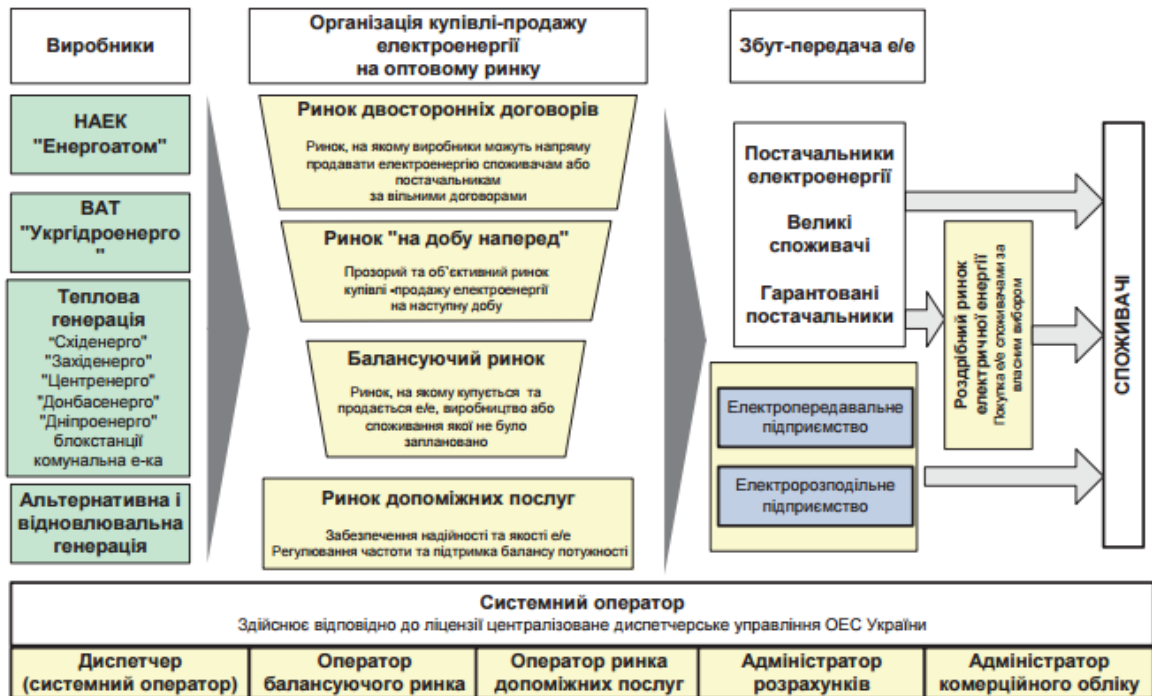


Рисунок. 1.1. Ринок електричної енергії .

Розглянемо детальніше перераховані сегменти ринку:

- ринок двосторонніх договорів – сегмент ринку, на якому укладається договір купівлі-продажу електричної енергії, укладений між двома учасниками ринку поза організованими сегментами ринку, крім договору постачання електричної енергії споживачу.

- балансуючий ринок електричної енергії (далі - балансуючий ринок) - ринок, організований оператором системи передачі електричної енергії з метою забезпечення достатніх обсягів електричної потужності та енергії, необхідних для балансування в реальному часі обсягів виробництва та імпорту електричної енергії і споживання та експорту електричної енергії, врегулювання системних обмежень в об'єднаній енергетичній системі

України, а також фінансового врегулювання небалансів електричної енергії;

- внутрішньодобовий ринок електричної енергії (далі - внутрішньодобовий ринок) - сегмент ринку електричної енергії, на якому купівля-продаж електричної енергії здійснюється безперервно після завершення торгів на ринку "на добу наперед" та впродовж доби фізичного постачання електричної енергії;

- ринок електричної енергії "на добу наперед" (далі - ринок "на добу наперед") - сегмент ринку електричної енергії, на якому здійснюється купівля-продаж електричної енергії на наступну за днем проведення торгів добу.

- ринок допоміжних послуг - система відносин, що виникають у зв'язку з придбанням оператором системи передачі допоміжних послуг у постачальників допоміжних послуг [5].

Введення прямих договорів передбачає можливість для промислових споживачів електроенергії купувати цей товар безпосередньо у виробників - атомних, теплових і інших електростанцій. Учасники енергоринку вільні вибирати між комбінацією довго-, середньо- та короткострокових договорів та купівлею електричної енергії на ринку.

Покупці електроенергії давно прагнуть перейти на прямі договори, адже це дозволить вільно вибирати того постачальника електроенергії, який запропонує нижчу ціну. Саме це стане стимулом для конкуренції тим виробникам, устаткування яких потребує модернізації, адже висока ціна на їх товар свідчить про неефективне виробництво (це не торкається альтернативної енергетики, яка ще довго потребуватиме державних преференцій) [8].

Учасниками ринку електричної енергії є:

Виробники електроенергії — мають у власності генеруючі потужності та виробляють електричну енергію.

Гарантований покупець — купує електричну енергію у виробників, яким встановлений «зелений» тариф (наприклад, ГП «Енергоринок»).

Гарантований постачальник — електропостачальник, який зобов'язаний поставляти електричну енергію будь-якому споживачеві, що звернувся до нього і розташований на території здійснення його ліцензованої діяльності з постачання електричної енергії (наприклад, Обленерго).

Незалежний постачальник — здійснює постачання електричної енергії споживачу на умовах згідно з домовленостями із споживачем, або використовує її для власних потреб (наприклад, Постачальник за нерегульованим тарифом).

Оператор ринку — забезпечує організацію купівлі-продажу електричної енергії на наступну добу на ринку «на добу наперед».

Електропередавальне підприємство — здійснює передачу електричної енергії електричними мережами (наприклад, НЕК «Укренерго»).

Електророзподільне підприємство — здійснює діяльність по розподілу електричної енергії відповідно до ліцензії (наприклад, Обленерго).

Системний оператор — здійснює централізоване диспетчерське (оперативно-технологічне) управління об'єднаною енергетичною системою України (наприклад, НЕК «Укренерго»).

Адміністратор розрахунків — забезпечує організацію роботи ринку електричної енергії та проведення розрахунків на ринку допоміжних послуг та балансує ринку [8].

Для здійснення діяльності в якості виробників, постачальників, електропередавальних і електророзподільних підприємств, гарантованого покупця, а також оператора ринку на новому ринку електричної енергії, згідно чинного законодавства, необхідно:

- отримати ліцензію на здійснення відповідного виду господарської діяльності;
- підписати договір про участь на ринку електричної енергії з системним оператором;
- укласти угоди з іншими суб'єктами ринку, які передбачені законодавством і правилами ринку[8].

1.2. Особливості формування ринку електричної енергії України

Ефективне функціонування ринку електроенергетики як складової енергетичної системи має важливе значення для економіки будь-якої країни. Кожна країна обирає власну модель організації даного ринку беручи до уваги історичні, соціально-політичні та економічні фактори.

Нині в електроенергетиці України активно започатковуються ринкові відносини, що зумовлено двома головними причинами. Перша з них пов'язана зі зміною зовнішніх, щодо галузі, умов господарювання. Найважливішими чинниками, які на це вплинули, є:

- тісний господарський контакт галузі як постачальника електроенергії з усіма підприємствами, що вступили на шлях ринкових відносин;
- обов'язкова участь галузі як споживача на ринках палива, сировини, матеріалів, обладнання;
- використання галуззю загального ринку праці;
- необхідність виконання загальнодержавних законів, спрямованих на формування ринкових відносин в економіці;
- недосконалість фінансово-кредитної системи.

Друга причина пов'язана з необхідністю реформ усередині галузі з метою підвищення ефективності виробництва і передачі електроенергії, їх рентабельності, створення умов для самостійного налагодження прямих договірних взаємовідносин зі своїми контрагентами [9].

Становлення ринкових відносин і організація маркетингу в електроенергетиці мають свою специфіку, оскільки повноцінне конкурентне ринкове середовище тут створити неможливо. Це пояснюється низкою специфічних чинників, які впливають на формування і функціонування ринкових відносин в електроенергетиці:

1. Жорсткість зв'язку виробництва і споживання електроенергії. Ця особливість зумовлює безальтернативність транспортування електроенергії

та зв'язок електропостачальника і споживача з територіальною системою електропостачання – лініями електропередач. Якщо для транспортування інших видів енергоресурсів можливе використання альтернативних видів транспорту, то для електроенергії це неможливе. Тому суб'єкти підприємницької діяльності в електроенергетиці, які володіють магістральними та міждержавними чи місцевими електричними мережами, є «природними» монополістами, діяльність повинна регулюватися державою.

Ринки можуть формуватися і діяти в електроенергетиці лише в умовах нерозривності технологічного циклу виробництва, передачі, розподілу і використання електроенергії. Отже, необхідна єдина мережа електропередач, єдина система комерційного і технічного диспетчерування. Це вимагає дотримання певних правил, які зобов'язують будь-якого власника електромереж забезпечити рівноправне обслуговування будь-яких господарюючих суб'єктів і тим самим створити сприятливе конкурентне ринкове середовище [10].

Оскільки виробництво і споживання електроенергії збігаються в часі, то таку продукцію не можна виробити і закупити наперед, наприклад, в очікуванні покращення кон'юнктури ринку, збільшення цін на енергію чи перебоїв в електропостачанні. Тому в електроенергетиці велика увага повинна приділятися питанням прогнозу попиту не тільки за величиною, але і за часом, оскільки завищення попиту призведе до заморожування великих інвестицій, а його заниження може бути пов'язане з великими збитками для енергопостачальних компаній через зниження надійності електропостачання.

2. Монопродукт. В асортименті продукції цієї галузі економіки здебільшого – енергія, надання окремих видів послуг, що обмежує можливості поповнення енергетичних підприємств обіговими коштами.

3. Товари-субститути. Своєрідність ринку електричної енергії визначається також тим, що у багатьох галузях споживчого використання електроенергія виступає як безпосередній конкурент теплової енергії, а також нафти.

4. Стандарт якості. Одним із факторів конкурентоспроможності є якість товарів та послуг, які пропонуються на ринку. Однак характерною особливістю електроенергії є те, що її якість (якщо вона відповідає певним стандартам) покращити неможливо. Це означає, що при збалансуванні попиту і пропозиції конкуренція виробників і постачальників енергії може відбуватися лише за рахунок цінкових факторів, пропозиції її за нижчими цінами.

5. Обмеженість передачі електроенергії. Технічні та економічні можливості передачі енергії на великі відстані обмежені. Масова передача електроенергії на відстані понад 1000 км ставить перед електротехнікою серйозні економічні проблеми [9].

Також важливим показником на ринку виступає попит на електроенергію. Він у свою чергу визначається такими факторами:

- економічною динамікою країни загалом і окремого регіону, про вивчення попиту якого йде мова;
- структурою електроспоживання, яка склалася в регіоні (співвідношення промислового і комунально-побутового споживання, частка енергоємних галузей виробництва);
- ефективністю і темпами електрифікації економіки і побуту;
- енергетичною ефективністю використання електричної енергії споживачами, підвищення якої не тільки надає економічні переваги, а й зменшує забруднення довкілля;
- впровадженням політики енергозбереження на рівні окремих регіонів;
- кліматичними особливостями регіону;
- різновидами та рівнями тарифів на електроенергію [9].

У цілому енергетичний ринок є досить особливим.

Розглянемо функціонування сегментів ринку електричної енергії на рис. 1.2.-1.4.

Ринок двосторонніх договорів (РДД), на якому виробники можуть напряму продавати електроенергію за вільними договорами споживачам або

постачальникам електроенергії (рис.1.2) [8].

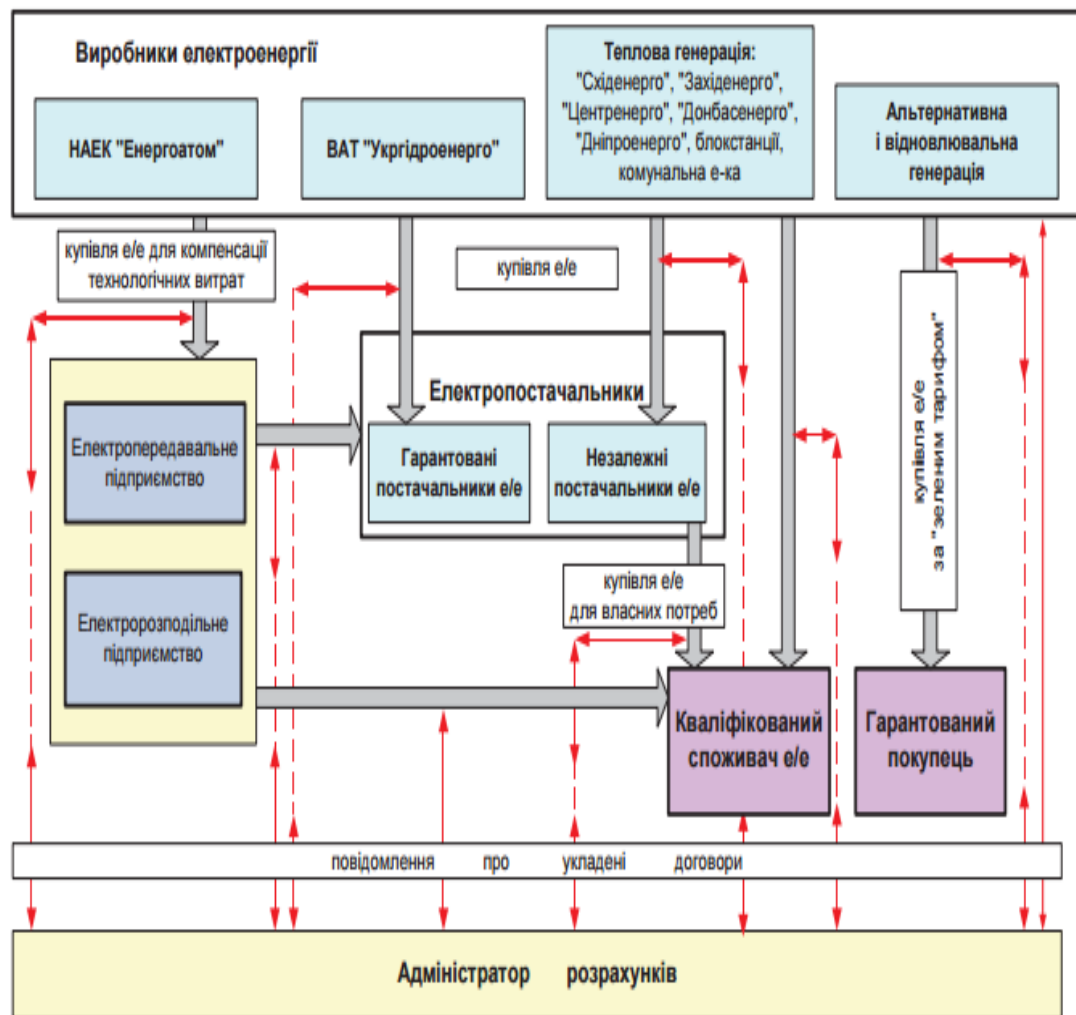


Рисунок 1.2. Ринок двосторонніх договорів

Ринок «на добу наперед», на якому учасники подають оператору ринку свої заявки з зазначенням запропонованої ціни продажу-купівлі електроенергії та термінів здійснення продажу (купівлі) (торгівля «на добу наперед») (рис.1.3) [8].

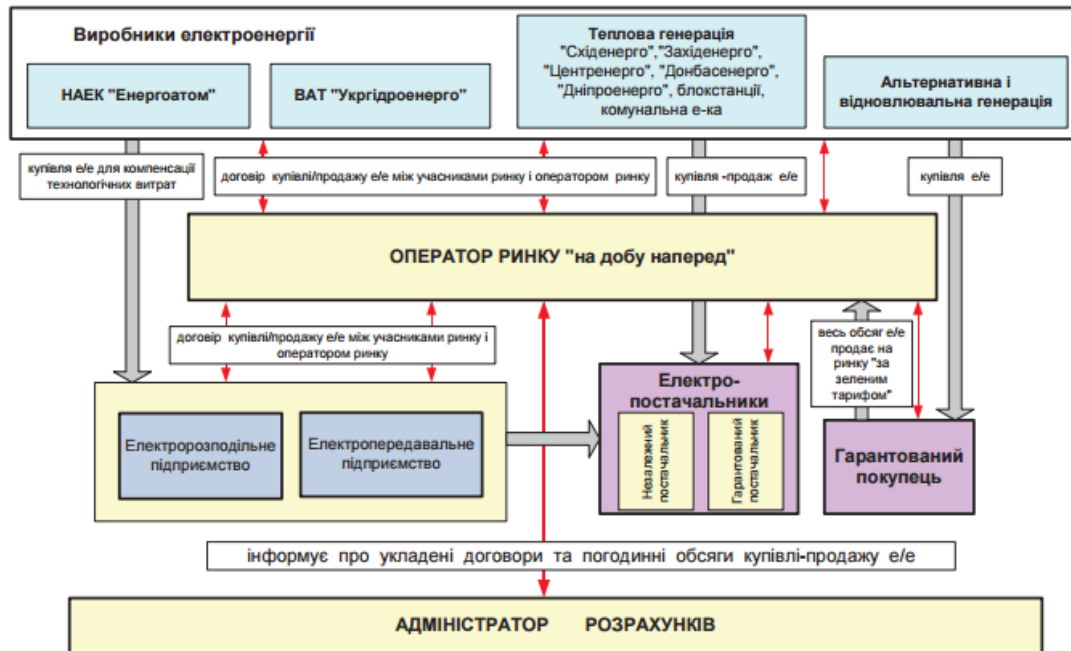


Рисунок 1.3. Ринок «на добу вперед»

Балансуючий ринок (БР), на якому його учасник подає системному оператору заявку на збільшення (зменшення) свого навантаження з метою продажу-купівлі електроенергії (торгівля в режимі реального часу) (рис. 1.4) [8].



Рис. 1.4. Балансуючий ринок

Аналіз ринку електроенергії в Україні показав, що ця галузь не є ще досконалою і потребує багатьох змін та удосконалень. В Україні електроенергетика належить до сфери дії природних монополій, діяльність яких підлягає державному регулюванню.

1.3. Нормативно – правове забезпечення ринку електричної енергії

Правове регулювання господарських відносин на ринку електричної енергії до 13 квітня 2017 року здійснювалось відповідно до Закону України «Про електроенергетику» від 16 жовтня 1997 р. Згідно з цим Законом в Україні майже два десятиріччя функціонував єдиний Оптовий ринок електричної енергії, побудований на основі моделі єдиного оптового покупця і продавця електроенергії в особі Державного підприємства «Енергоринок».

За період свого існування Оптовий ринок електроенергії виявив свої безумовні позитивні якості. Головне, він дозволив поліпшити роботу електроенергетичної галузі, вирішити проблему неплатежів і бартеризації розрахунків. Разом з тим цей ринок виявив і негативні тенденції. До них, зокрема, відносять: обмеження конкуренції на ринку з причини відсутності прямих контрактів між виробниками та споживачами електроенергії, через що кінцеві споживачі не в змозі змінювати постачальника, вимагати високої якості електроенергії, послуг енергопостачання то що; не досконалий механізм формування тарифів на електроенергію, який перешкоджає отриманню виробниками електроенергії реальної плати за неї, чим обмежує їхні можливості у задоволенні інвестиційних потреб електроенергетичної галузі, у модернізації енергогенерувальних потужностей та оновленні виробничої бази в цілому, що унаочнено в значному зниженні обсягів введення в експлуатацію нових потужностей за останню чверть століття; обмеження можливостей розвитку міжнародної торгівлі електроенергією та інтеграції до Європейського ринку [11].

13 квітня 2017 року був прийнятий новий Закон України «Про ринок електричної енергії» № 2019-VIII [5].

Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 № 2019-VIII визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування ринку електричної енергії, регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, розподілом, купівлею-продажем, постачанням електричної енергії для забезпечення надійного та безпечного постачання електричної енергії споживачам з урахуванням інтересів споживачів, розвитку ринкових відносин, мінімізації витрат на постачання електричної енергії та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище [5].

Якщо раніше функціонував Оптовий ринок, який викупував абсолютно усю електроенергію, яку генерували усі різновиди виробників. Він по-різному оцінював її вартість в залежності від типу генерації. Потім продавав цю ж електроенергію, вже за диференціацією за ціною та типом генерації за певною ціною. Продавав постачальникам за тарифами регульованими та нерегульованими. Ті у свою чергу — постачали населенню за тарифами, встановленими НКРЕКП для населення та промисловості [12].

За цим новим законом виробники мають можливість укладати двосторонні угоди купівлі-продажу з учасниками ринку. А підприємства, які здійснюють розподіл (навіть ті, які є складовими вертикально-інтегрованих структур, наприклад, ДТЕК) повинні бути організаційно та управлінські відділеними від виробників та постачальників (аналог ринку природного газу, де відбулось 2 роки тому "розщеплення" облгазів на трейдерів та розподільчі мережі). Також законом прописані гарантії незалежності та вільного доступу до мереж учасників ринку на підставі публічних договорів [12].

Інші новаторства — це ще декілька ринків електроенергії: ринок на добу наперед та внутрішньодобовий ринок, балансуючий ринок, ринок допоміжних послуг. Кожен матиме окрему мету функціонування, порядок функціонування, порядок купівлі-продажу електроенергії, розрахунок її

вартості за результатами, умови встановлення обов'язкових обсягів продажу електроенергії. Це все ще повинен затвердити Регулятор, тобто Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг [12].

Серед основних новацій Закону виділяють вимогу до обленерго відокремити свою діяльність з розподілу від діяльності з постачання електричної енергії. Фактично кожна електропередавальна компанія – постачальник за регульованим тарифом (ПРТ) повинно бути розділено на дві компанії: оператора системи розподілу та електропостачальника. Очікується, що такий розподіл має забезпечити більш вільний доступ до мереж, які наразі контролюються обленерго. Наприклад ПАТ «Київенерго» вже поділилося на оператора систем розподілу ДТЕК «Київські електромережі» та електропостачальника «Київенерго».

Також Закон забезпечує право споживача вільно обирати електропостачальника.

Закон доповнює перелік учасників ринку електричної енергії новим учасником — трейдером, який здійснює купівлю електричної енергії виключно з метою її перепродажу й окремим десятим розділом цього закону [5] пропонує регулювання трейдерської діяльності. Трейдери наділяються правами, зокрема купувати та продавати електричну енергію на ринку, здійснювати її експорт-імпорт, мати доступ до інформації щодо діяльності на ринку електричної енергії тощо.

На думку розробників закону, висловлену у Пояснювальній записці, існування трейдерів на ринку електричної енергії має позитивно вплинути на ліквідність ринку та сприятиме стриманню значних коливань цін на ринку. Як уявляється, введення інституту трейдерів не сприятиме розвитку конкурентного ринку електричної енергії, адже по суті консервує порядок, що склався. Діяльність, подібну пропонованій трейдерській, на Оптовому ринку електричної енергії, заснованому на моделі єдиного оптового покупця і продавця, здійснював ДП «Енергоринок». А мета переходу до нової

конкурентної моделі енергоринку полягає саме у відході від цієї попередньої моделі та запровадженні прямих договорів [11].

Виходячи з тексту закону, важко й зрозуміти, у чому полягає відмінність між трейдером та оптовим покупцем. Схоже, що один і той же учасник ринку електроенергії позначається різними термінами, що спричиняє певне ускладнення у застосуванні майбутнього закону. До того ж, як показує практика функціонування трейдерів на ринку зерна та інших ринках, подібне нововведення може призвести до того, що доходи від збільшених у кілька разів цін на електроенергію підуть не на розвиток та оновлення матеріально-технічної бази енергогенерувальних та інших підприємств галузі, а будуть осідати на рахунках цих трейдерів в офшорних зонах. Підтверджує таку можливість і досвід ЄС, в директивах та інших документах Третього енергетичного пакета якого поняття трейдерів та трейдерської діяльності відсутні. Ця вітчизняна новація, здається, переслідує мету окремих авторів закону створити можливість запровадження нових корупційних схем на реформованому ринку електричної енергії [11].

Основні умови діяльності учасників ринку електричної енергії та взаємовідносин між ними визначаються нормативно-правовими актами, що регулюють впровадження цього Закону, зокрема:

- 1) правилами ринку, які, в тому числі, визначають правила функціонування балансуючого ринку та ринку допоміжних послуг;
- 2) правилами ринку "на добу наперед" та внутрішньодобового ринку;
- 3) кодексом системи передачі, кодексом систем розподілу;
- 4) кодексом комерційного обліку;
- 5) правилами роздрібного ринку;
- 6) іншими нормативно-правовими актами [5].

Правову основу функціонування ринку електричної енергії також становлять Конституція України, закони України «Про альтернативні джерела енергії», «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», «Про

Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг», «Про природні монополії», «Про захист економічної конкуренції», «Про охорону навколишнього природного середовища», міжнародні договори України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, та інші акти законодавства України [5].

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 № 555-IV визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі [13].

Альтернативними джерелами енергії є відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів [13].

Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» від 05.04.2005 № 2509-IV визначає правові, економічні та організаційні засади діяльності суб'єктів відносин у сфері енергозбереження щодо використання когенераційних установок, регулює відносини, пов'язані з особливостями виробництва, передачі, розподілу і постачання електричної та теплової енергії від когенераційних установок [14].

Метою зазначеного Закону є створення правових засад для підвищення ефективності використання палива в процесах виробництва енергії або інших технологічних процесах, розвитку та застосування технологій комбінованого виробництва електричної і теплової енергії, підвищення надійності та безпеки енергопостачання на регіональному рівні, залучення інвестицій на створення когенераційних установок [14].

Комбінованим виробництвом електричної та теплової енергії

(когенерацією) є спосіб одночасного виробництва електричної та теплової енергії в межах одного технологічного процесу у результаті спалення палива. Когенераційна установка – комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної і теплової енергії або перетворює скидний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну та теплову енергію [14].

Закон України «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» від 22.09.2016 № 1540-VIII визначає правовий статус Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, її завдання, функції, повноваження та порядок їх здійснення [15].

Законом України «Про природні монополії» визначено правові, економічні та організаційні засади державного регулювання діяльності суб'єктів природних монополій в Україні [16].

Метою Закону є забезпечення ефективності функціонування ринків, що перебувають у стані природної монополії, на основі збалансування інтересів суспільства, суб'єктів природних монополій та споживачів їх товарів [16].

Природна монополія, згідно закону, - стан товарного ринку, при якому задоволення попиту на цьому ринку є більш ефективним за умови відсутності конкуренції внаслідок технологічних особливостей виробництва (у зв'язку з істотним зменшенням витрат виробництва на одиницю товару в міру збільшення обсягів виробництва), а товари (послуги), що виробляються суб'єктами природних монополій, не можуть бути замінені у споживанні іншими товарами (послугами), у зв'язку з чим попит на цьому товарному ринку менше залежить від зміни цін на ці товари (послуги), ніж попит на інші товари (послуги) [16].

Отже, в першому розділі роботи ми визначили роль та значення ринку електроенергії, особливості формування ринку електроенергії, а також проаналізували нормативно-правове забезпечення ринку електричної енергії.

Висновок до розділу 1

Ринок електричної енергії – це система відносин між учасниками ринку, що виникає під час здійснення купівлі-продажу електричної енергії та/або допоміжних послуг, передачі та розподілу, постачання електричної енергії споживачам.

Учасниками ринку за новим Законом України «Про ринок електричної енергії» є: виробники електроенергії, гарантований покупець; гарантований постачальник; незалежний постачальник; оператор ринку; електропередавальне підприємство; електророзподільне підприємство; системний оператор; адміністратор розрахунків.

Усі учасники ринку будуть тісно взаємодіяти на всіх сегментах ринку, серед яких ринок двосторонніх договорів; балансуючий ринок електричної енергії; внутрішньодобовий ринок електричної енергії; ринок електричної енергії "на добу наперед" та ринок допоміжних послуг. Всі сегменти ринку тісно переплетені між собою та доповнюють одне одного.

До правової основи функціонування ринку електричної енергії відносять Конституцію України, Закони України «Про ринок електричної енергії», «Про альтернативні джерела енергії», «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг», «Про природні монополії», «Про захист економічної конкуренції», «Про охорону навколишнього природного середовища», міжнародні договори України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, та інші акти законодавства України.

РОЗДІЛ 2. ПОПИТ ТА ПРОПОЗИЦІЯ НА РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

2.1. Основні споживачі електричної енергії

Споживачем електричної енергії називається електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом і розміщених на певній території.

Приймачем електричної енергії (електроприймачем) називається апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інші види енергії.

Приймачі електроенергії розподіляються на такі групи:

- приймачі трифазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
- приймачі трифазного струму напругою вище 1000 В, частотою 50 Гц;
- приймачі однофазного струму напругою до 1000В, частотою 50 Гц;
- приймачі, що працюють з частотою, відмінною від 50 Гц, і живляться від перетворювальних підстанцій і установок;
- приймачі постійного струму, що живляться від перетворювальних підстанцій і установок [17].

Систематизацію споживачів електричної енергії і їхніх навантажень здійснюють за наступними основними експлуатаційно-технічними ознаками: виробничим призначенням; виробничими зв'язками; режимами роботи; потужністю і напругою; родом струму; необхідним ступенем надійності живлення; територіальним розміщенням; щільністю навантаження; стабільністю розташування електроприймачів. Однак при визначенні електричних навантажень досить систематизувати споживачів електричної енергії за режимами роботи, потужністю, напругою, родом струму і необхідним ступенем надійності живлення, вважаючи інші ознаки допоміжними.

За режимами роботи всі споживачі можна розподілити на ряд груп, для

яких передбачаються три режими роботи:

- тривалий, при якому приймач може працювати тривалий час, причому перевищення температури окремих частин апарата не виходить за межі, встановлені нормативною документацією;

- короткочасний, при якому робочий період не настільки тривалий, щоб температура окремих частин апарата могла досягти сталого значення, період зупинки настільки тривалий, що апарат встигає остигнути до температури навколишнього середовища;

- повторно-короткочасний, при якому робочі періоди чергуються з періодами пауз, а тривалість всього циклу не перевищує 10 хв., нагрівання не перевершує припустимого, а при охолодженні не досягає температури навколишнього середовища [17].

У тривалому режимі працює більшість електричних двигунів, які обслуговують основні технологічні агрегати і механізми. З тривалістю роботи від декількох годин до декількох змін підряд, з досить високим, незмінним або слабкомінливим навантаженням працюють електроприводи вентиляторів, насосів, компресорів та ін. Довгостроково, але з перемінним навантаженням і короткочасними відключеннями, за час яких електричної двигун не встигає остигнути до температури навколишнього середовища, а тривалість циклів перевищує 10 хв., працюють електричні двигуни, що обслуговують верстати холодної обробки металів, деревообробні верстати, молоти, преси та ін.

У короткочасному режимі працює більшість електричних приводів допоміжних механізмів металорізальних верстатів, а також механізмів для відкривання гідравлічних затворів, усякого роду заслінок та ін.

У повторно-короткочасному режимі працюють електричні двигуни мостових кранів, тельферів, підйомників і аналогічних їм установок, допоміжних і деяких головних приводів. До цієї групи відносяться також зварювальні апарати, що працюють з постійними великими кидками потужності.

Нагрівальні апарати і електропечі працюють у тривалому режимі з постійним або слабкомінливим навантаженням. Особливістю режиму роботи електричного освітлення є різка зміна і сталість навантаження при включенні і зміні режиму роботи [18].

У житлових будинках до них відносяться: ліфти, пожежні насоси, системи автоматичного димовидалення, аварійне освітлення коридорів, вестибюлів, холів і сходових кліток будинків висотою 16 поверхів і більше, загороджувальні вогні, встановлювані на дахах будинків висотою більше 50 м.

До першої категорії також відносяться: електроприймачі спеціального призначення незалежно від поверховості будинків – це вбудовані автоматичні телефонні станції, станції перекачування фекальних вод, опорно-підсилювальні пункти і блоки-станції радіотрансляції, водопровідні й каналізаційні вузли, приймачі будинків масового скупчення людей (театри, кіно, клуби та ін), приймачі особливих лікувальних установ – операційних залів, родильних будинків, пунктів невідкладної допомоги, у промисловості - споживачі, перерва в електропостачанні яких може викликати небезпеку для життя людей або значний матеріальний збиток, пов'язаний з пошкодженням устаткування, масовим браком продукції або тривалим розладом складного технологічного процесу виробництва [19].

До другої категорії відносяться приймачі житлових будинків висотою від 6 до 16 поверхів, споживачі будинків будь-якої поверховості, в яких встановлено напідложні стаціонарні електроплити, а також електроприймачі адміністративно-громадських будинків, лікувальних і дитячих установ, шкіл і навчальних закладів. На промислових підприємствах до другої категорії належать приймачі, перерва в електропостачанні яких пов'язана з істотною недовідпуском продукції, простоєм людей, механізмів, промислового транспорту.

За потужністю і напругою всі споживачі електричної енергії можна розподілити на дві групи: споживачі великої потужності (80 – 100 кВт і

вище) на напругу 3-6-10 кВ, як одержують живлення безпосередньо від мережі 3-6-10 кВ. До цієї групи відносяться могутні печі опору й дугові печі для плавки чорних і кольорових металів, які живляться через власні трансформатори; споживачі малої і середньої потужності (нижче 80 – 100 кВт), живлення яких можливе й економічно доцільне тільки на напругу 380-660 В.

За родом струму всі споживачі електричної енергії можна розподілити на три групи: ті, що працюють від мережі змінного струму промислової частоти; ті, що працюють від мережі змінного струму підвищеної або зниженої частоти; ті, що працюють від постійного струму.

Основний род струму, на якому працює більшість електричних приймачів – змінний трифазний струм частотою 50 Гц.

Відповідно до Правил обладнання електроустановок (ПОЕ) всі споживачі підрозділяються на три категорії за забезпеченням надійності і безперебійності живлення.

До першої категорії відносяться споживачі, що допускають перерву в електропостачанні тільки на час дії пристроїв автоматичного включення резерву. Такі споживачі повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних джерел електропостачання.

Друга категорія споживачів допускає перерву електропостачання на час, необхідний для включення резерву силами оперативного персоналу. Електроприймачі цієї категорії можуть живитися від однострансформаторної підстанції при наявності централізованого резерву трансформатора.

До третьої категорії відносяться приймачі п'ятиповерхових житлових будинків і нижче за відсутності напідложних стаціонарних електроплит. У промисловості до цієї категорії належать всі приймачі, що не підходять під визначення 1-й і 2-й категорій [19].

Концентрація реактивної потужності в багатьох випадках економічно недоцільна з наступних причин:

1. При передачі значної реактивної потужності виникають додаткові

втрати активної потужності й електроенергії у всіх елементах системи електропостачання, обумовлені завантаженням їх реактивною потужністю.

2. Додаткові втрати активної потужності, викликані протіканням реактивної потужності й пропорційні її квадрату. Особливо істотні виникають додаткові втрати напруги в мережах районного значення.

3. Завантаження реактивною потужністю системи промислового електропостачання і трансформаторів зменшує їхню пропускну здатність і вимагає збільшення перерізів проводів ліній, збільшення номінальної потужності або числа трансформаторів підстанції [17].

Основні причини низького коефіцієнта потужності в електроустановках такі:

- недовикористання потужності механізмів технологічних, енергетичних, сантехнічних і транспортних машин і відповідно встановленої потужності електродвигунів і трансформаторів, їх неповне і нерівномірне навантаження за часом;
- завищення встановленої потужності трансформаторів і електродвигунів при проектуванні;
- робота на холостому ходу (XX) електродвигунів і трансформаторів;
- наявність приймачів з великим індуктивним навантаженням (дугові електропечі, електрозварювання і ін.).

На промислових підприємствах зменшення споживаної реактивної потужності може бути досягнуто природним шляхом: поліпшенням режиму роботи приймачів, застосуванням двигунів більш досконалих конструкцій, усуненням їхнього недовантаження, вдосконаленням спеціальних компенсуючих пристроїв.

Основними споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни, трансформатори і вентильні перетворювачі, тому для зниження споживання установкою реактивної потужності необхідно всебічно аналізувати такі питання:

- заміна слабконавантажених асинхронних двигунів двигунами меншої

потужності;

- зниження напруги у двигунів, що систематично працюють з малим навантаженням;
- обмеження холостого ходу двигунів і зварювальних трансформаторів;
- застосування синхронних двигунів замість асинхронних у випадку, коли це можливо за умовами технологічного процесу;
- застосування синхронізованих асинхронних двигунів;
- застосування найбільш доцільної силової схеми і системи керування вентильного перетворювача.

На рис. 2.1. розглянемо країни, що є найбільшими споживачами енергії у світі [20].

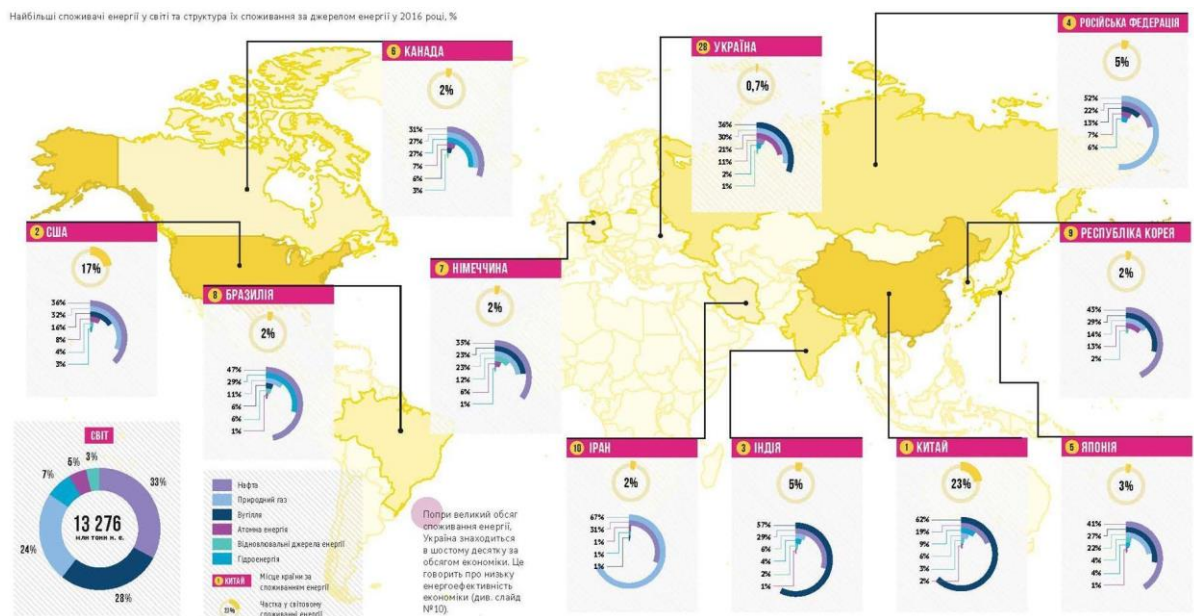


Рис. 2.1. Країни – найбільші споживачі енергії у світі у 2016 році

Отже, як видно з рис.2.1., що з 11 найбільших країн - споживачів електроенергії на першому місці знаходиться Китай – 23%, на другому США – 17%, а третє місце поділили Індія та Росія – 5%.

Україна споживає 0,7% та закриває 11 найбільших споживачів електроенергії у світі.

Розглянемо ризики, які стосуються електроенергетики:

- ризики, пов'язані з небезпекою для життя людей, природні, екологічні

(практична відсутність достовірних і репрезентативних статистичних даних);

- виробничо-технологічні (відображають імовірнісні наслідки відмов технічних систем і їх елементів);

- правові (неможливість створення ефективного механізму управління ризиками на основі чинного законодавства);

- фінансово-економічні (відсутність даних про реальну вартість і технічний стан електроустаткування, практична неможливість отримання об'єктивної техніко-економічної інформації про наслідки різного роду аварій, пошкоджень, збоїв);

- соціально-політичні;

- інформаційні;

- комерційні [21].

2.2 Регламент функціонування внутрішньодобового ринку.

На ринку двосторонніх договорів до так званого «закриття воріт» тобто граничного терміну прийняття ці заявки для їх реєстрації повинні відноситись до фізичних продуктів обов'язково з урахуванням технічної можливості фізичних перетоків електроенергії між різними зонами об'єднаної енергосистеми. Таким чином це означає, що всі відповідні договори повинні відноситись до певних зобов'язань щодо своїх обсягів відпуску або відбору електроенергії.

Підписання двосторонніх контрактів (договорів) здійснюється на оптовому рівні напередодні доби, що передує операційній добі (Д-1), при настанні якої договори укладені напередодні має бути виконано або повністю або анульовано. Оператор ринку (ОР) має реєструвати різні двосторонні договори (базове навантаження, пікове навантаження тощо), переконавшись, що вони в цілому збігаються для відповідних годин, тобто періодів постачання, і при цьому враховані на обох рахунках як виробника так і постачальника (чи кінцевого споживача).

Для трейдерів, які виступають виключно, як посередники між відпуском та відбором, відповідні рахунки (позиції) на платформі реєстрації двосторонніх договорів по зареєстрованих двосторонніх договорах станом на Д-1 в сумі повинні дорівнювати нулю. Питання фінансових розрахунків та відповідних фінансових гарантій вирішуються на двосторонній основі без участі ОР. Договори можуть укладатись безпосередньо, або через брокерів (через останніх, зазвичай, укладаються договори для забезпечення фінансової безпеки між контрагентами, в обмін на плату за послуги). Для зменшення до мінімуму фінансових ризиків ОР України, варіант, що дозволяє проводити фінансові розрахунки за двосторонніми договорами через ОР України (як у випадку італійського ринку IPEX (Italian Power Exchange), через GME (Gestore del Mercato Elettrico)– італійського оператора ринку, який покриває відповідні фінансові ризики) не пропонується. У майбутньому, і за умови, що ОР матиме статні можливості з управління фінансовими ризиками, розрахунки за двосторонніми договорами також можуть проходити через ОР.[35]

ОР повинен використовувати таку платформу на якій всі учасники ринку, що уклали двосторонні договори, будуть самотіно реєструвати їхні відповідні законтрактовані обсяги електроенергії для всіх часових періодів кожного торгового дня.

Платформа буде відкрита для повідомлень про обсяги за рік вперед і має бути закрита о 9:00 годині (тут і далі за східноєвропейським часом – East European Time – EET) Д-1 для всіх обсягів, які відповідають 24 годинам доби Д. До 13:00 у Д-2 договори можуть бути зареєстровані або на портфельній основі, або поблично. З цього моменту і до закриття воріт о 9:00 Д-1, реєстрація повинна відбуватись із зазначенням конкретних точок відпуску (виробництва) (поблично або постанційно у випадку ВДЕ або по агрегаторам ВДЕ), трейдера (якщо бере участь) і роздрібного постачальника або кінцевого споживача, що відбирає (купує) дані обсяги. [35]

Остання реєстрація, яку буде проведено до 9:00 Д-1, вважається Номінацією Фізичного Відпуску (НФВ) відповідних енергоблоків і Номінацією Фізичного Споживання (НФС) відповідних постачальників/кінцевих споживачів. Сума НФВ має бути рівною сумі НФС.

Слід уточнити, що виробники, які зареєстрували обсяги на портфельній основі повинні надати НФВ по кожному енергоблоку (або по кожній станції з ВДЕ або агрегатору ВДЕ) не пізніше 9:00 Д-1. Це, також, час закриття воріт для надання НФС. [35]

На цьому етапі платформа повинна перевірити, чи рівні між собою суми НФВ і НФС. Крім того, на даному етапі ОР перевіряє, чи відповідає НФВ максимальним можливостям кожного енергоблоку (з урахуванням потужності, яка повинна бути залишена вільною у випадках підписання контрактів на оперативні резерви, а також будь-які інші обмеження потужності).

Кожен учасник ринку (виробник, трейдер або постачальник / кінцевий споживач), що реєструє відповідні обсяги, для кожної години повинен зазначити, хто є контрагентом договору. У випадку більш ніж одного контрагенту, для однієї і тієї ж години має відбуватися окрема реєстрація для кожного з них.

До 9:15 Д-1 ті виробники, трейдери, постачальники і кінцеві споживачі, які мають зареєстровані обсяги двосторонніх договорів, повинні отримати або:

- підтвердження того, що зареєстрована операція є дійсною , або
- повідомлення про її неузгодженість[35]

У разі неузгодженості обидва контрагенти можуть подати виправлені і узгоджені фізичні номінації до 10:00 Д-1. Якщо вони не зробили цього до 10:00 Д-1, то відповідні номінації підтверджуються на рівні обсягів, що співпали, і обидва контрагенти отримують повідомлення про те, що неузгоджений обсяг (насправді оголошений одним з контрагентів) остаточно

не зареєстрований як двостороння торгівля. Не пізніше 10:30 Д-1, ОР має завершити відповідний процес перевірки і видати відповідні повідомлення підтвердження та/або відхилення.[35]

Ринок на добу наперед (РДН) організований, як оптовий ринок електроенергії, де здійснюється торгівля погодинними блоками електроенергії на наступну добу. РДН має бути організований таким чином, щоб забезпечувати можливість купувати та продавати електроенергію з метою доповнення фізичних номінацій, зареєстрованих раніше до закриття платформи реєстрації позабіржових договорів. В рамках РДН, пропозиції щодо відпуску (продажу) енергії подаються окремо від заявок щодо купівлі.

Це визначає основний вибір моделі РДН. Існують ринки, де учасники мають можливість вільно торгувати на «портфельній» основі (без урахування фізичних можливостей учасників ринку виконати свої зобов'язання та без прив'язки до генеруючого блоку). Для початкового етапу роботи ринку, пропонується застосувати підхід участі на РДН на основі фізичних одиниць (unit base), оскільки це дозволяє поліпшити його моніторинг. На більш пізньому етапі, коли ринок досягне достатнього рівня розвитку, може бути застосовано підхід торгівлі «на портфельній основі» з метою надання більшої гнучкості учасникам ринку.

РДН відкривається о 10-30 Д-1 (тобто за добу до доби постачання) та закривається о 13-00 Д-1 . ОР оприлюднює результати торгів та повідомляє індивідуально кожного учасника РДН та Оператора системи передачі (ОСП) щодо результатів торгів до 13-45 Д-1. Всі учасники, які набули статусу учасника РДН, можуть торгувати на РДН, де ОР діє як центральний контрагент для угод купівлі-продажу, укладених на РДН. На кожен день учасники ринку повинні подати ОСП (та у копії ОР) технічні декларації щодо доступної потужності та інших технічних параметрів їх генеруючих блоків або електростанцій ВДЕ (або режимів роботи основних точок відбору). Вони також повинні відразу інформувати ОСП та ОР про будь-яку зміну в доступності генерації або режимів роботи основних точок відбору. [35]

Торгові платформи РДН, ВДР і реєстрації двосторонніх договорів може бути організовано на одному програмному забезпеченні або на різних системах. Враховуючи, що ці операції будуть виконуватися одним суб'єктом, тобто ОР, і наявність значного обсягу даних, що буде передаватися від однієї системи до іншої, має сенс організувати єдину програмну платформу, розроблену для виконання всіх вищевказаних завдань. Угоди, укладені на РДН, є обов'язковими для виробників і постачальників. Якщо відповідні обсяги не були відпущені (або спожиті), у учасника ринку, що володіє енергоблоком (або у постачальника) виникає небаланс (безпосередньо, або через сторону, відповідальну за баланс /СВБ/). У випадку, якщо учасник ринку, який володіє енергоблоками, очікує, що ціни на ВДР або БР будуть нижчими за власні змінні витрати, він може купити на цих ринках обсяг, проданий ним на РДН.

Після закриття РДН, СВБ повинні проінформувати ОСП про фізичні позиції учасників, що входять до їх балансуючих груп. Ці позиції також (в копії) надаються ОР та перевіряються на відповідність сумі обсягів, розрахованих платформою. Фізична позиція генеруючої одиниці дорівнює обсягам, запланованим в роботу по результатам РДН. Ці обсяги включають, у тому числі, зареєстровані Номінації фізичного відпуску щодо обсягів двосторонніх договорів. Фізична позиція відбору дорівнює обсягам, запланованим в роботу по результатам РДН. Ці обсяги включають, у тому числі, зареєстровані Номінації фізичного споживання щодо обсягів двосторонніх договорів. У випадку відсутності угод на ВДР, Фізична позиція учасника ринку стає Остаточною Фізичною Позицією, що буде прийнята до уваги на БР. Постачальники послуг балансування на додаток до вищевказаних фізичних позицій, поданих СВБ на погодинній основі для 24-х годин наступної доби, повинні подати до ОСП детальні графіки виробництва (або навантаження) із зазначенням їх потужності на 5-хвилинній основі. Ці графіки, на погодинній основі, повинні дати ті ж обсяги енергії, які вказані у

погодинних фізичних позиціях, поданих відповідними СББ, і повинні бути оновлені після торгів на ВДР.

Внутрішньодобовий ринок повинен працювати таким чином, щоб дозволити генеруючим одиницям, трейдерам і постачальникам перепланувати свої сумарні позиції шляхом купівлі-продажу обсягів електроенергії на портфельній основі на централізованій внутрішньодобовій платформі. Переплановані номінації, після підтвердження результатів внутрішньодобової торгівлі, мають бути доведені до ОСП для того, щоб врахувати їх в процесі балансування. Тому важливо, щоб інформаційна система була розроблена таким чином, щоб дозволити взаємозв'язок з безперервною внутрішньодобовою торгівлею.

Учасники ВДР будуть брати участь на портфельній основі, що означає, що заявки на ВДР повинні відноситись до чистої позиції виробництва-споживання учасника, без прив'язки до генеруючих одиниць, які будуть забезпечувати виробництво проданої енергії. Учасники ВДР будуть зобов'язані номінувати (зареєструвати) законтрактований обсяг по кожній генеруючій одиниці у ОСП впродовж доби поставки. Учасники ВДР повинні номінувати (зареєструвати) за 50 хвилин до реального часу, наступні законтрактовані обсяги на ВДР:

- а) проданий/куплений обсяг електроенергії поблочно для виробників та
- б) проданий/куплений обсяг електроенергії по кожній системній зоні для попиту. [35]

Основна причина використання портфельного підходу на ВДР України пов'язана з тим, що такий підхід має надати учасникам оптового ринку більше гнучкості для виправлення/уточнення їх договірних позицій ближче до реального часу. Крім того, це дає можливість трейдерам виправити свої позиції і застрахуватись від можливих небалансів.

Однак, необхідно щоб ОСП перевіряв повідомлення щодо законтрактованих обсягів на ВДР відносно зареєстрованих обсягів по генеруючим одиницям на:

- а) можливість виконання з точки зору технічних обмежень генеруючих одиниць, і
- б) відповідність вже розміщеним потужностям резервів.

За 50 хвилин до реального часу, учасники ВДР надають ОСП (та в копії ОР) так звані Остаточні фізичні позиції (ОФП) відповідних одиниць відпуску та точок відбору (лічильники споживання), які вони представляють. Трейдери повинні номінувати узгоджені транзакції, тобто їх остаточна чиста позиція повинна дорівнювати нулю.

На додаток до перевірки можливості виконання, яку робить ОСП, ОР також має виконувати перевірку того, що номінований обсяг електроенергії учасника ринку відповідає проданому/купленому обсягу електроенергії на ВДР. Ця перевірка передуює перевірці ОСП. У випадку, якщо повідомлення не проходить перевірку ОР, воно буде відхилено

Торгівля на безперервному внутрішньодобовому ринку в Україні повинна відбуватися щодня, аж до моменту за 1 годину до години постачання (24 закриття воріт кожної доби). Треба звернути увагу, що, відповідно до CASM NC (Capacity Allocation and Congestion Management Network Code – Електромережевий Кодекс розподілу потужності та управління обмеженнями), закриття воріт ВДР повинно бути максимум за 1 годину до початку відповідного періоду поставки.[35]

Наступні типи заявок може бути розміщено на ВДР:

- Погодинні заявки: ці заявки поєднують ціну і обсяг, і можуть відноситись до кожної з 24 годин доби постачання Д.
- Блочні Заявки: ці заявки поєднують декілька погодинних заявок з щонайменш двох послідовних годин доби постачання, виконання яких залежить один від одного. Блоки можуть би визначені учасниками ринку, які вирішують які години зв'язати, або можуть бути визначені заздалегідь. В останньому випадку ВДР повинен принаймні обробляти блочну заявку на базове навантаження, що охоплює всі 24 години будь-якої доби тижня, і блочну заявку на пікове навантаження, що охоплює

всі 13 годин поставки з 8:00 до 21:00 доби постачання, для всіх днів тижня, крім вихідних. [35]

Номінації повинні відноситись до всього періоду постачання, що включає період кожної внутрішньодобової угоди (година, блок годин).

Починаючи з 15:00 Д-1, учасники ВДР можуть подавати свої заявки на всі період наступної доби постачання. Подання заявок повинно продовжуватись протягом доби постачання Д.

У кожному разі, заявки повинно бути подано за 60 хвилин до початку постачання (закриття воріт кожного періоду постачання становить 60 хвилин до початку постачання). Закриття воріт відноситься як до погодинних, так і до блочних заявок. Заявки та угоди в торгівельній системі ВДР повинно бути виконано в анонімно. [35]

Слід відмітити, що якщо від учасників не надійшло номінації до платформи ВДР за 50 хвилин до реального часу, то для такого учасника ринку застосовуватиметься Фізична позиція, розрахована відразу після РДН.

Після того, як результати ВДР буде доведено до відома учасників ВДР, відповідні учасники повинні будуть зареєструвати фізичні обсяги на рахунки кожної одиниці виробництва, диспетчеризованого навантаження та рахунку відбору відповідно до остаточних обсягів купівлі-продажу у формі Остаточних фізичних позицій (графіки) на наступну годину.

Паралельно, постачальники послуг балансування повинні подати до ОСП детальні графіки виробництв(або навантаження) із зазначенням їх потужності на 5-хвилинній основі. Ці графіки, на погодинній основі, повинні дати ті ж обсяги енергії, які вказані у погодинних фізичних позиціях, поданих відповідними учасниками ринку. Остаточна номінації експорту/імпорту також повинні подаватися учасниками ринку в ці часові рамки.

Після реєстрації фізичних обсягів на програмній платформі ОСП, СВБ кожного учасника ринку повинна отримати від платформи автоматичне повідомлення про остаточну фізичну позицію учасників ринку, яких вона

представляє. Ці дані будуть також передані до платформи ОСП, де для відповідних СВБ будуть розраховуватись Чисті (сальдовані) позиції. Слід зазначити, що для СВБ Чиста позиція може бути позитивна (нетто відпуску енергії) або негативна (нетто відбору енергії), або збалансованою.

ОСП запускає процес балансування, приймаючи до уваги фізичні графіки учасників ринку, які сформувалися в результаті їх участі на ринку двосторонніх договорів, РДН та ВДР.

У випадку коли алгоритм балансування протягом реального часу (періоду) не здатний забезпечити необхідні обсяги навантаження чи розвантаження в межах встановленого інтервалу(однієї години), а крім того ще й враховує період наступних годин, в такому випадку всі диспетчерські команди, які видаються за результатами проведення даного механізму балансування в реальному часі, повинні бути у вигляді подання заявок для відповідного (іншого) постачальника послуг з балансування, що означатиме, що вони не зможуть здійснювати торгівлю на ВДР в тих обсягах, на які отримали команду в результаті балансування в реальному часі на наступні найближчі години. Це вимагатиме відповідного інтерфейсу між БР та ВДР для забезпечення правильної перевірки пропозицій на ВДР.

Наглядно регламент функціонування ринку наведено в табл.2.1

Таблиця 2.1 Регламент функціонування РДН та ВДР

Д-2	13:00	Позабіржові контракти реєструються на портфельній основі;
Д-1	7:00	Учасники подають Оператору Системи Передач (ОСП) номінації (в копію Оператору Ринку (ОР)) довгострокових прав на пропускну спроможність (PTRs), які вони збираються використовувати;
	9:00	Подання Номінації Фізичного Відпуску (НФВ) та Номінації Фізичного Споживання (НФС);
	10:00	Учасники можуть подати скориговані Фізичні Номінації(ФН);

Продовження таблиці 2.1

Д-1	10:00	Подання копії результатів розподілу добової пропускної спроможності на платформу Ринку на Добу Наперед (РДН) ОР;
	10:30	ОР видає остаточне підтвердження / відмову щодо двосторонніх (позабіржових) угод ;
	10:30	РДН відкрито та зацікавлені сторони можуть починати надавати Пропозиції;
	13:00	РДН закривається;
	13:45	Остаточні результати РДН повідомляються учасникам;
	14:30	Сторони Відповідальні за Баланс (СВБ) подають ОСП ФН на кожну годину доби Д;
	14:30	Постаальники послуг балансування (ППБ) подають графіки виробництва (навантаження) для кожної години доби;
	15:00	Внутрішньодобовий ринок (ВДР) відкрито для усіх 24 годин доби поставки Д;
Д	за 60 хв. до години h	Закриття ВДР для години h;
	за 50 хв. до години h	ППБ подають оновлені графіки виробництва (навантаження) для години h;
	за 50 хв. до години h	СВБ подають Остаточні Фізичні Позиції/графіки для години h;
	за 45 хв. до години h	Кінцевий термін подання заявок та пропозицій балансууючої енергії для години h;
	за 30 хв. до години h	ОСП видає команди з балансування відповідним ППБ для години h;

2.3 Аналіз частки ВДЕ на ринку електричної енергії

Оскільки ВДР організовано, в першу чергу, для виробників на базі ВДЕ, доцільно дослідити динаміку участі виробників на базі ВДЕ в ОРЕ

України сьогодні. Дослідимо динаміку зміни обсягів частки ВДЕ в загальному виробництві та середньозваженій вартості в ОРЕ України[33].

Таблиця 2.1. Динаміка змінення цін продажу електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України в 2016-2018 роках

Види генерації	ГЕС	ВЕС	СЕС	Виробники електроенергії з біомаси	Середньозважена вартість електроенергії в ОРЕ, грн/МВт.г
Періоди	Ціна на електроенергію, грн/МВт.г				
Вересень 2016р.	3921,84	3215,53	8169,1	3586,38	898,35
Вересень 2017р.	3635,68	3304,1	7576,92	3622	1011,15
Квітень 2018 р.	4046,82	3625,02	7432,66	4048,7	1144,78

Надану табличну інформацію зобразимо графічно, для того щоб наглядно побачити тенденцію коливання ціни за електричну енергію, як по різних типах ВДЕ так і по середньозваженій вартості.

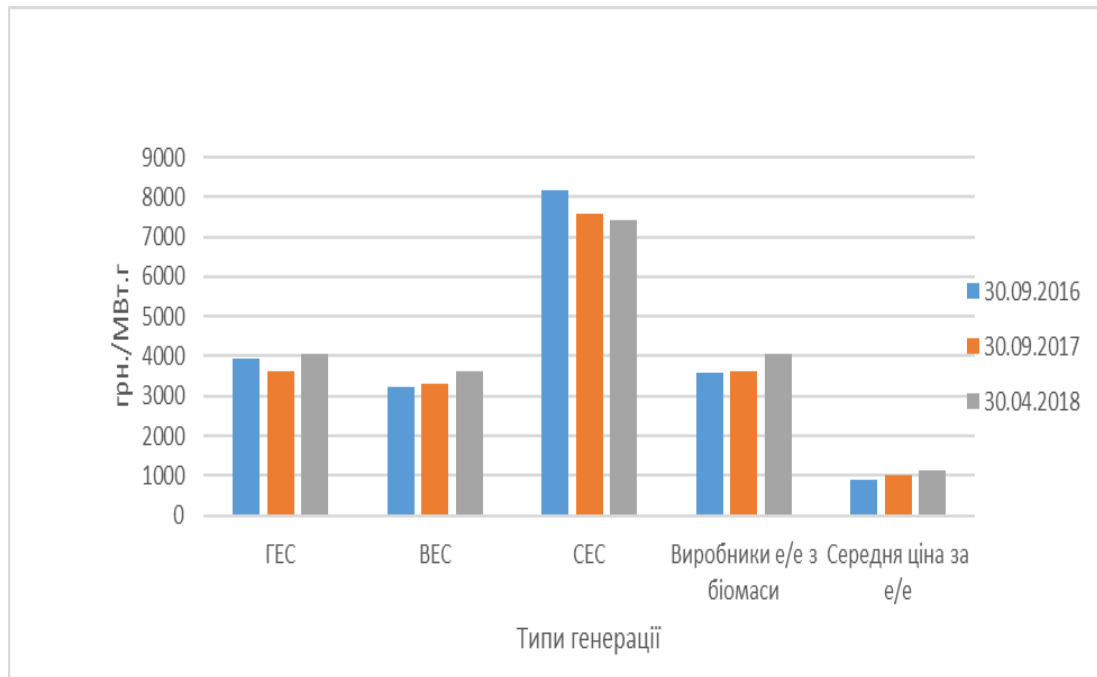


Рисунок 2.1. Динаміка змінення цін за електроенергію, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України в 2016-2018 роках.

З графіку добре видно, що на всі типи генерації, окрім генерації на сонячних електростанціях (СЕС), ціна на електричну енергію, що виробляється ВДЕ, зростає. Далі наглядно продемонструємо відношення часток виробництва електричної енергії та її вартості на ВДЕ до загального виробництва енергії та вартості. Для цього використаємо дані наступних таблиць.

Таблиця 2.2. Динаміка змінення обсягів виробництва електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України в 2016-2018 роках

	Види генерації				Загальни й обсяг відпущен ої електрое нергії на ВДЕ	Загальни й обсяг відпущен ої електроен ергії	ВДЕ у загально му виробни цтві електрое нергії
	ГЕС	ВЕС	СЕС	Виробн ики електро енергії з біомаси			
Періоди	Виробництво електроенергії, МВт.г						
Вересень 2016р.	7134	50130	52 693	14789	124746	10343094	1,21
Вересень 2017р.	9544	86759	80815	15955	193073	10454659	1,85
Квітень 2018 р.	30989	100024	122781	20055	273849	11025714	2,48

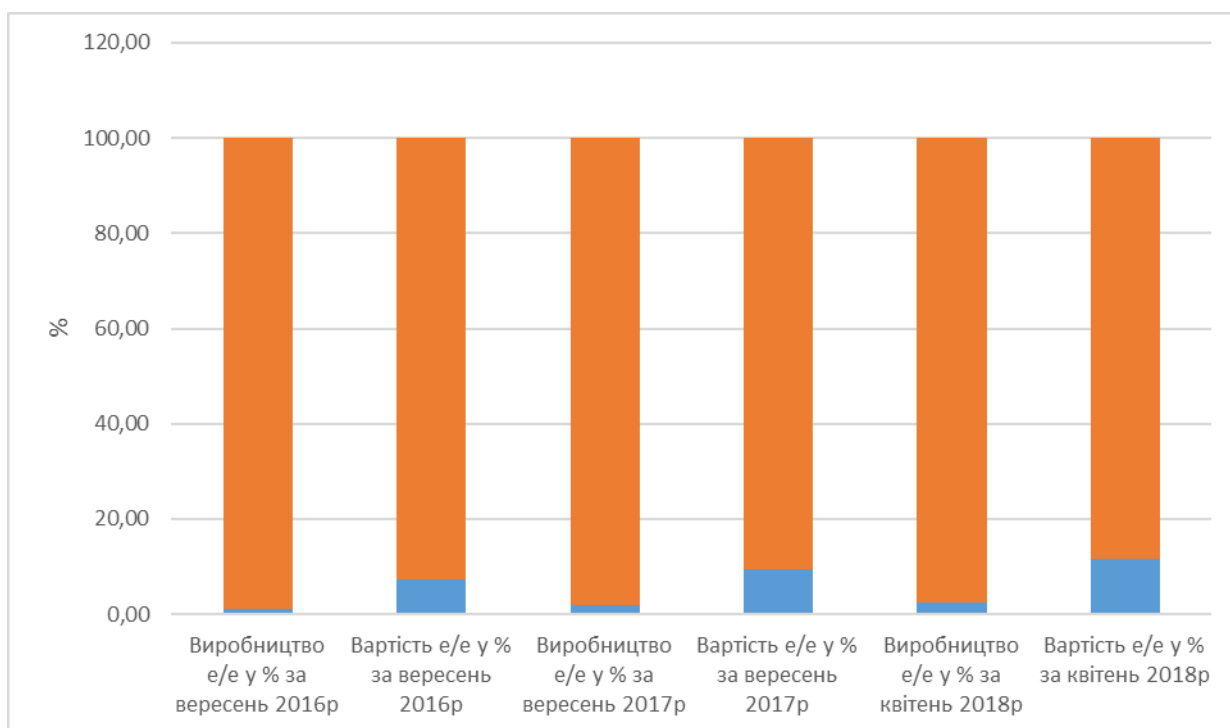
Таблиця 2.3 Динаміка змінення частки виробництва електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України в 2016-2018 роках

Види генерації	ГЕС	ВЕС	СЕС	Виробники електроенергії з біомаси	Загальний обсяг відпущеної електроенергії на ВДЕ
Періоди	Виробництво електроенергії, %				
Вересень 2016р.	0,07	0,48	0,51	0,14	1,21
Вересень 2017р.	0,09	0,83	0,77	0,15	1,85
Квітень 2018 р.	0,28	0,91	1,11	0,18	2,48

Таблиця.2.4 Динаміка змінення частки вартості електроенергії, що відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України, в середньозваженій вартості електроенергії.

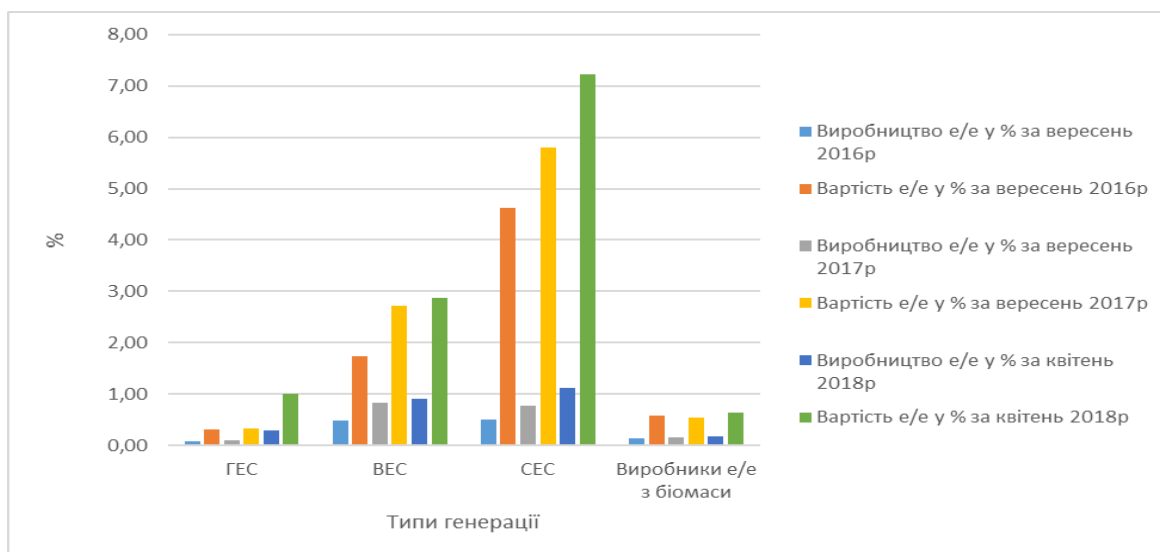
Види генерації	ГЕС	ВЕС	СЕС	Виробники електроенергії з біомаси	Частка вартості ВДЕ у загальному виробництві електроенергії
Періоди	Середньозважена вартість електроенергії,%				
Вересень 2016р.	0,30	1,73	4,63	0,57	7,24
Вересень 2017р.	0,33	2,71	5,79	0,55	9,38
Квітень 2018 р.	0,99	2,87	7,23	0,64	11,74

На основі даних таблиць маємо порівняльну гістограму на рис.2.2.



Рисунки.2.2. Порівняльна гістограма виробництва та вартості електроенергії ВДЕ в сукупному балансі електроенергії ОРЕ України в 2016-2018 роках.

Також можна навести цю ж саму діаграму детальніше по різних видах генерації.



Рисунки.2.3 Змінення частки виробництва та вартості електроенергії відпущена виробниками ВДЕ в ОРЕ України за різними видами генерації в 2016-2018 роках.

Для того щоб ще раз підкреслити важливість ВДЕ в структурі генерації електричної енергії України зобразимо частки виробництва та вартості електричної енергії традиційними джерелами. Дані щодо їхньої генерації наведено в таблицях 2.5 – 2.8.

Таблиця 2.5 Динаміка змінення цін продажу електроенергії в ОРЕ електрогенерувальними компаніями на базі традиційної генерації

Види генерації	ДП "НАЕК "Енергоатом"	ТЕС	ГЕС, крім ГЕС, що працюють за "зеленим тарифом"	ТЕЦ та інші	Середня ціна за електроенергію
Періоди	Ціна електроенергії, грн./МВт.г				
Вересень 2016р.	513,66	1264,25	1072,98	1428,15	898,35
Вересень 2017р.	483,1	1447,93	897,79	1998,13	1011,15
Квітень 2018 р.	548,15	1933,06	311,02	2156,65	1144,78

Таблиця 2.6 Динаміка та структура змінення обсягів електроенергії, що відпущена в ОРЕ України електрогенерувальними компаніями на базі традиційної генерації в 2016-2018 роках.

	Види генерації				Загальний обсяг відпущеної електроенергії
	ДП "НАЕК "Енергоатом"	ТЕС	ГЕС, крім ГЕС, що працюють за "зеленим тарифом"	ТЕЦ та інші	
Періоди	Виробництво електроенергії, МВт.г				
Вересень 2016р.	5716737	3596125	441888	463597	10343094
Вересень 2017р.	5465506	3806846	499184	490050	10454659
Квітень 2018 р.	5237035	3281236	1566060	667534	11025714

Таблиця 2.7 Динаміка та структура змінення обсягів електроенергії, що відпущена в ОРЕ України електрогенерувальними компаніями на базі традиційної генерації у відсотках в 2016-2018 роках.

Види генерації	ДП "НАЕК "Енергоатом"	ТЕС	ГЕС, крім ГЕС, що працюють за "зеленим тарифом"	ТЕЦ та інші
Періоди	Виробництво електроенергії, %			
Вересень 2016р.	55,27	34,77	4,27	4,48
Вересень 2017р.	52,28	36,41	4,77	4,69
Квітень 2018 р.	47,50	29,76	14,20	6,05

Таблиця 2.8 Змінення частки вартості електроенергії, яку відпущено в ОРЕ України виробниками ВДЕ в 2016-2018 роках.

Види генерації	ДП "НАЕК "Енергоатом"	ТЕС	ГЕС, крім ГЕС, що працюють за "зеленим тарифом"	ТЕЦ та інші
Періоди	Вартість електроенергії, %			
Вересень 2016р.	31,60	48,93	5,10	7,13
Вересень 2017р.	24,98	52,14	4,24	9,26
Квітень 2018 р.	22,74	50,25	3,86	11,41

Виразимо табличні дані в графічній формі на рис.2.4-2.7 для остаточного порівняння графіків традиційної генерації та ВДЕ.

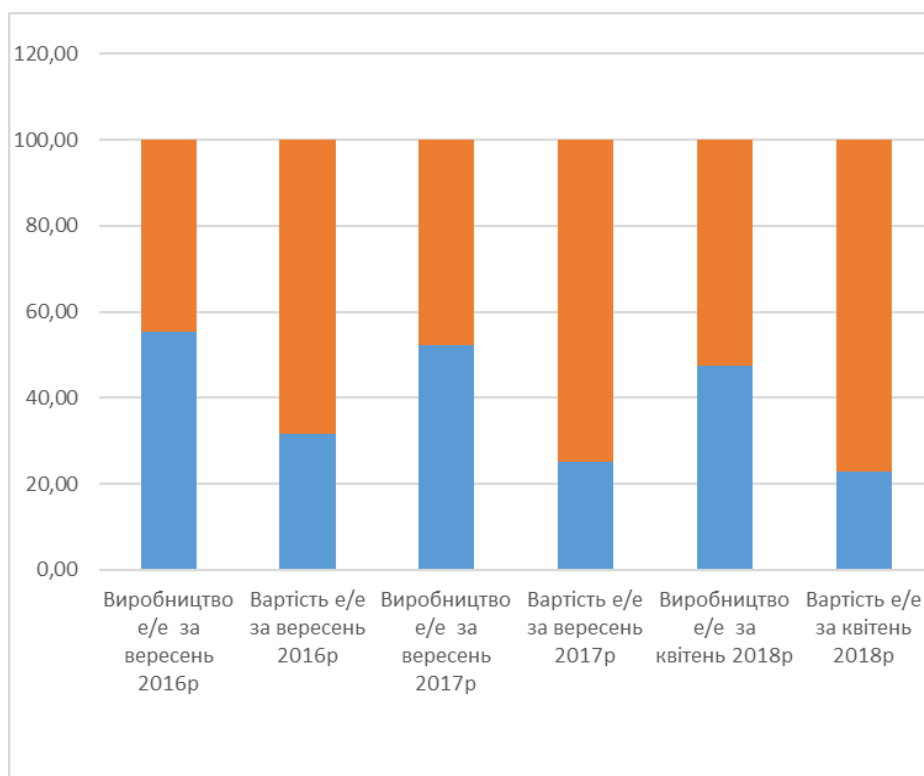


Рисунок 2.4. Змінення частки виробництва та вартості електроенергії, що вироблено АЕС, відповідно в сукупному балансі та середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2016 – 2018 роках

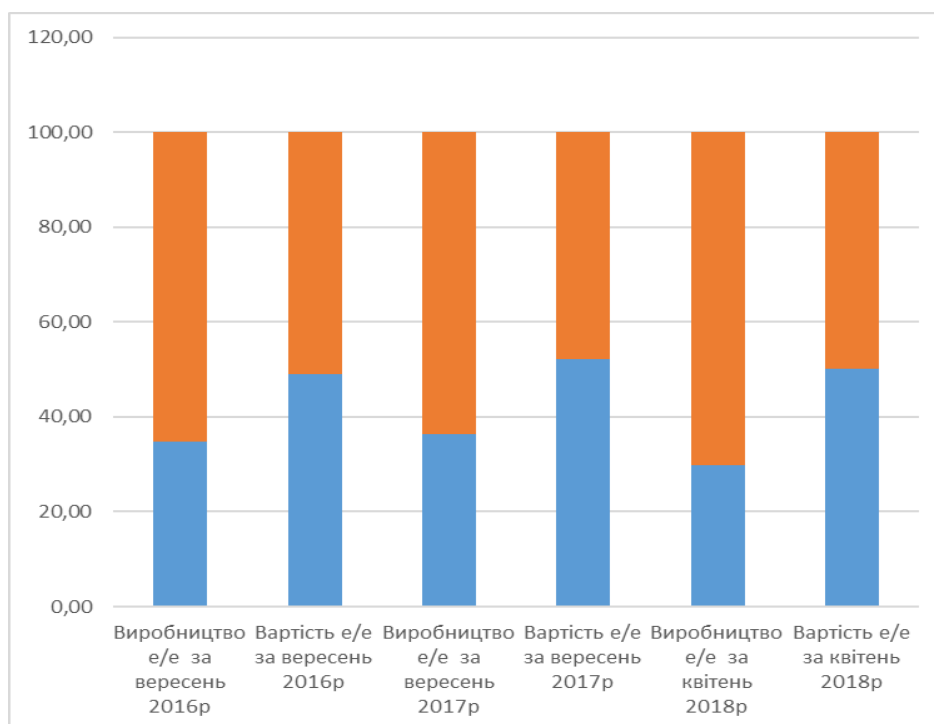


Рисунок 2.5 Змінення частки виробництва та вартості електроенергії, що вироблено ТЕС, відповідно в сукупному балансі та середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2016 – 2018 роках

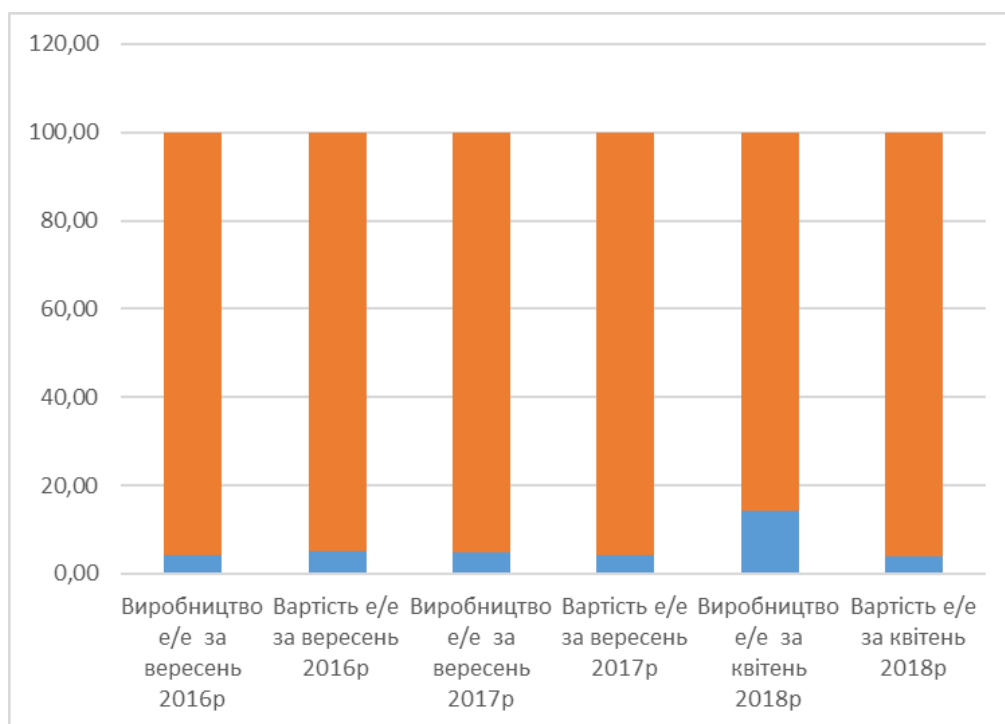


Рисунок 2.6 Змінення частки виробництва та вартості електроенергії, що вироблено ГЕС, відповідно в сукупному балансі та середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2016 – 2018 роках

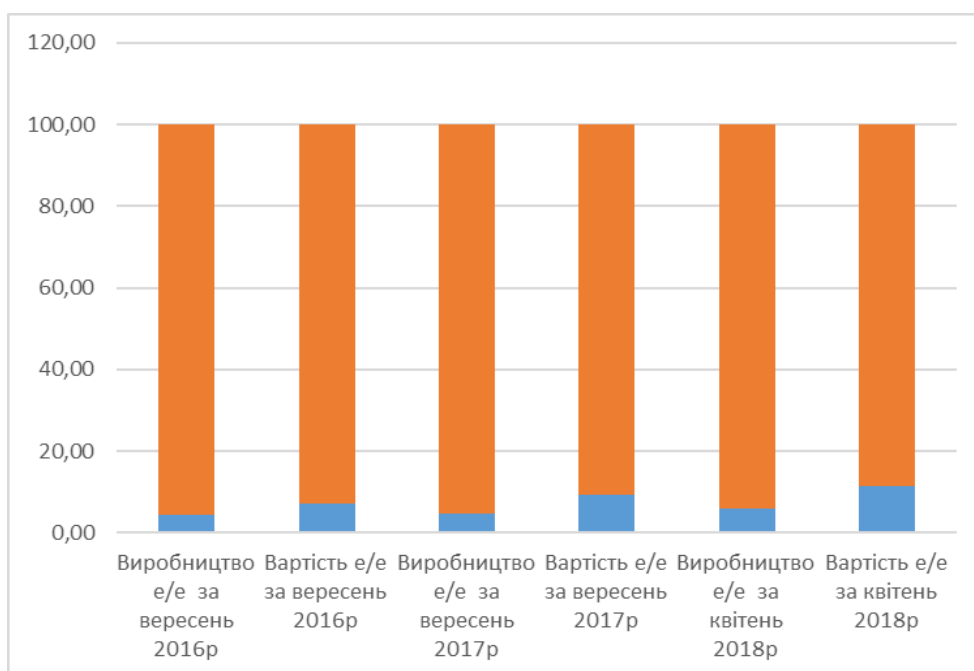


Рисунок 2.7 Змінення частки виробництва та вартості електроенергії, що вироблено ТЕС, відповідно в сукупному балансі та середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2016 – 2018 роках.

Зіставимо порівняльні діаграми змінення середньозваженої вартості та виробництва електроенергії по всіх видах генерації окремо по кожному з досліджуваних періодів на рисунках 2.8-2.13.

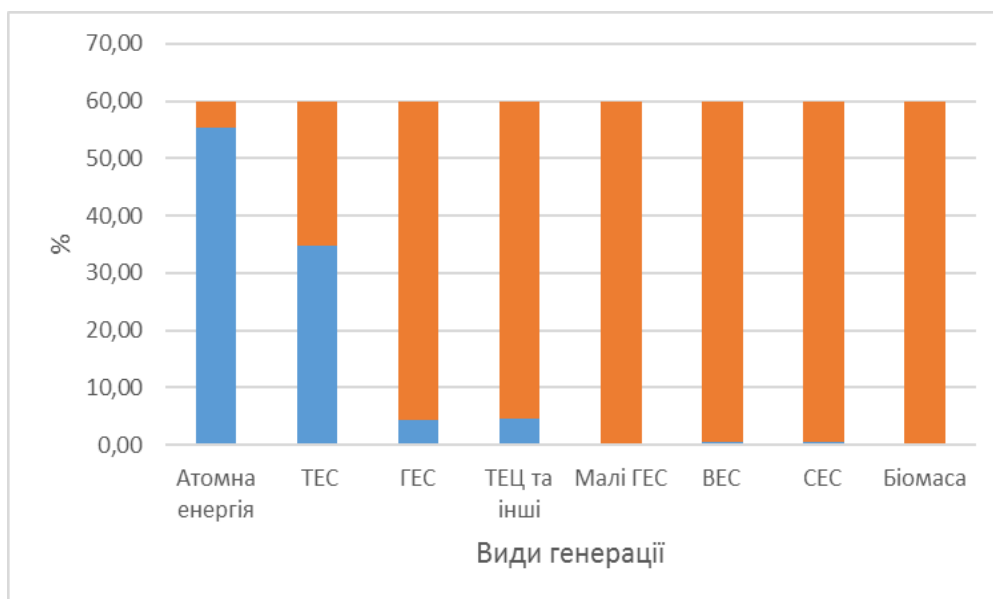


Рисунок 2.8 Структура виробництва електроенергії різними видами генерації в сукупному балансі ОРЕ України в 2016 році.

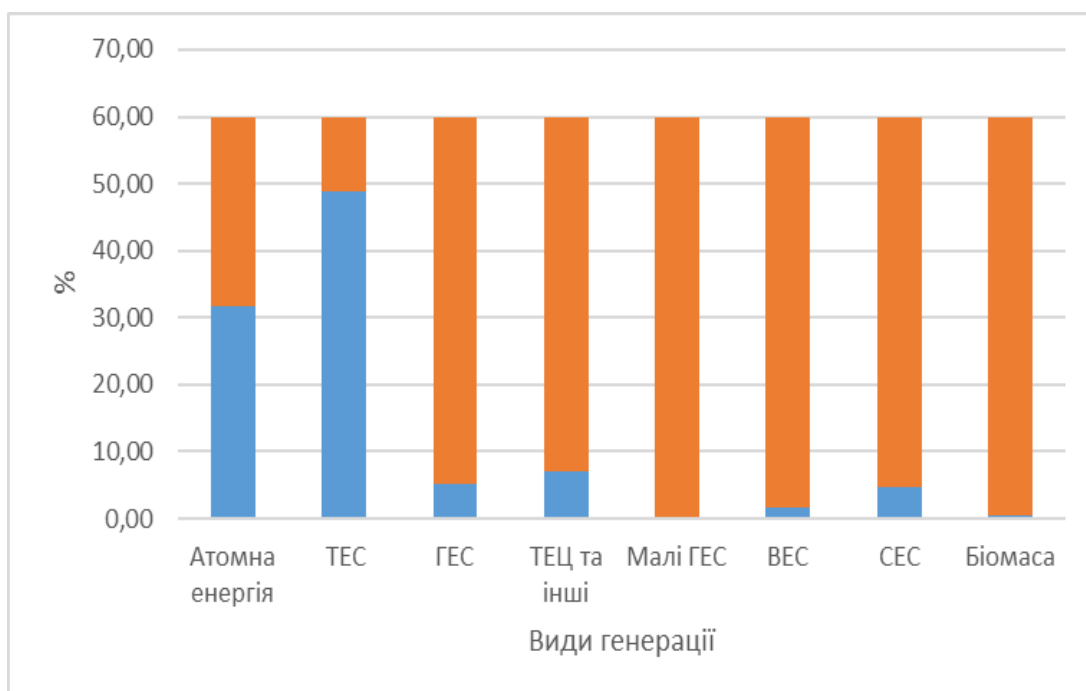


Рисунок 2.9 Частка вартості електроенергії за різними видами генерації в середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2016 році.

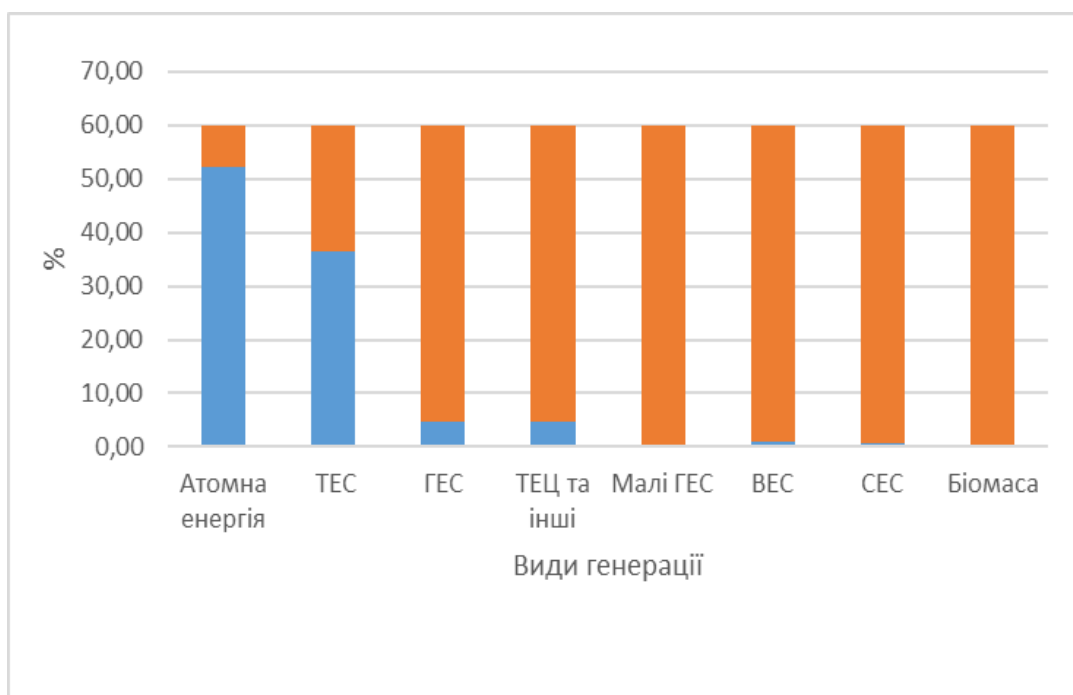


Рисунок 2.10 Структура виробництва електроенергії різними видами генерації в сукупному балансі ОРЕ України в 2017 році.

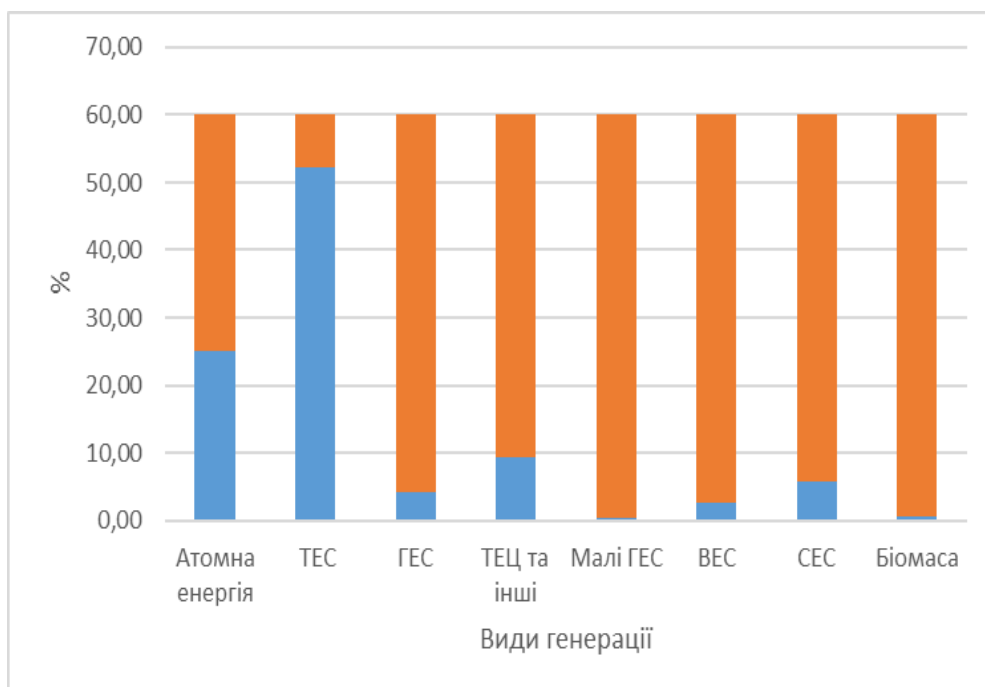


Рисунок 2.11 Частка вартості електроенергії за різними видами генерації в середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2017 році.

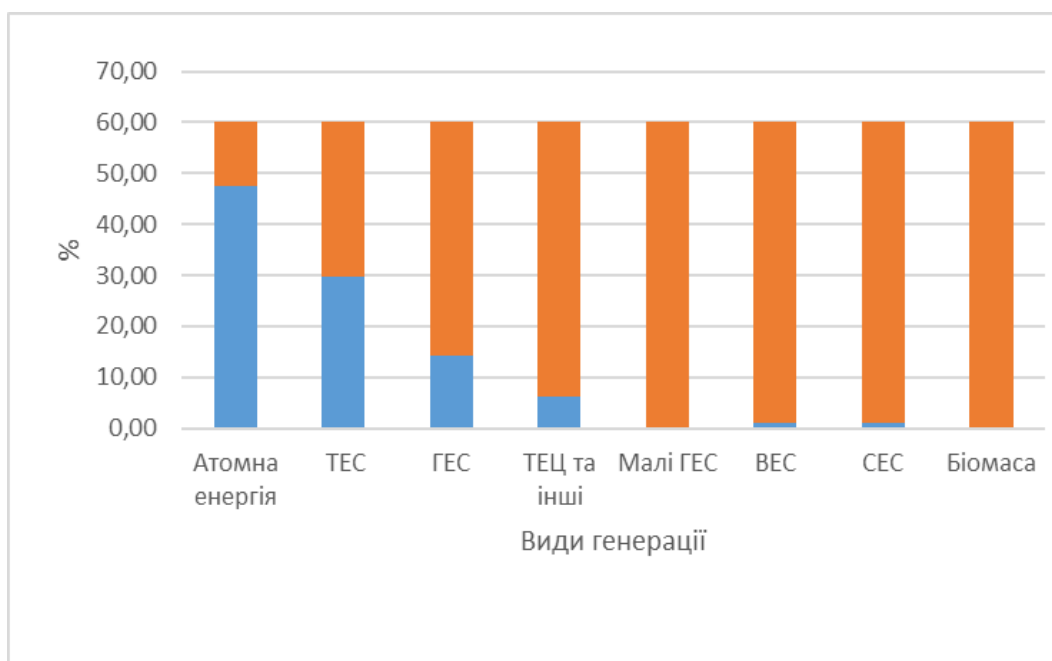
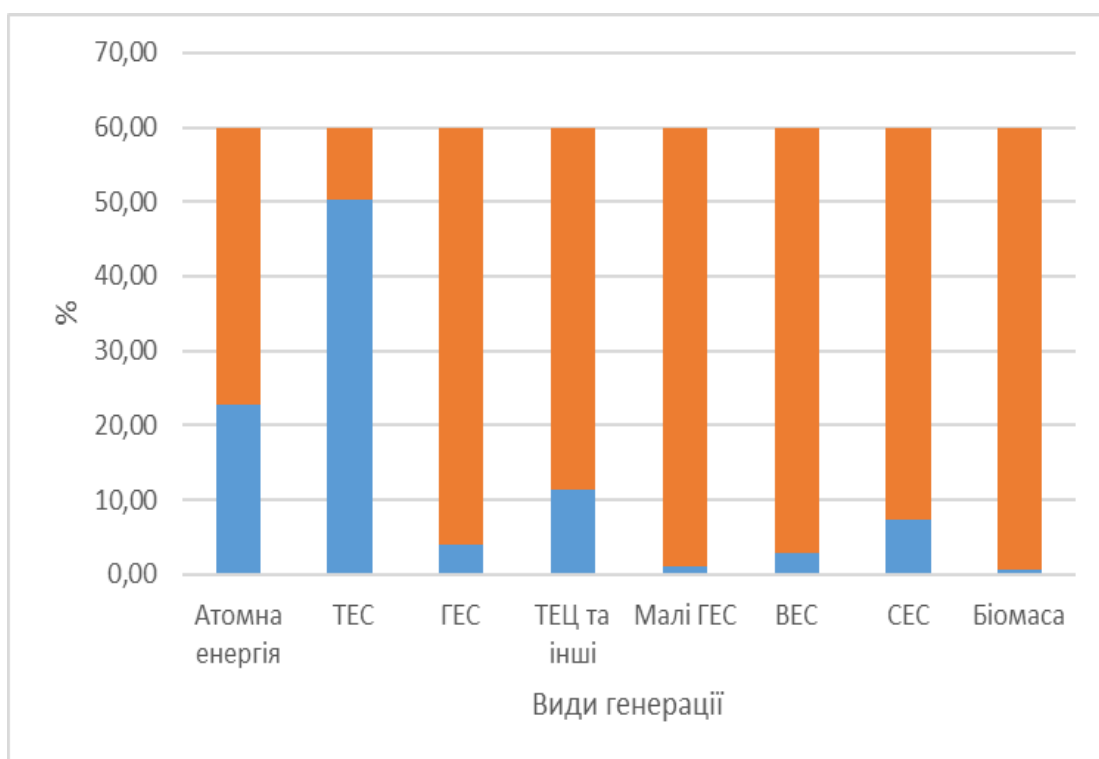


Рисунок 2.12 Структура виробництва електроенергії різними видами генерації в сукупному балансі ОРЕ України в 2018 році.



Ри

сунок 2.13 Частка вартості електроенергії за різними видами генерації в середньозваженій вартості електроенергії ОРЕ України в 2018 році.

Як бачимо, ВДЕ становить не таку значну частку у виробництві електричної енергії (приблизно 2.5%) порівняно з АЕС та ТЕС, але при цьому

у середньозваженій вартості частка електроенергії ВДЕ сягає майже 12%. Ефективність функціонування ринку ВДР значною мірою залежить від точності прогнозування виробництва енергії на ВДЕ оскільки при кращому прогнозі коригування небалансів буде значно меншим.

2.3 Аналіз точності прогнозування виробітку ВДЕ гарантованим постачальником лібелізованого ринку електричної енергії України.

Зокрема, звернемося до наявних даних по прогнозах та фактичних обсягів відпуску електричної енергії з ВДЕ взяті з сайту ДП «Енергоринок» за 2016 – 2018 роки.

Наведемо для прикладу дані вказані вище у формі таблиці для одного з контрольних періодів, наприклад останнього а розрахунки інших надамо в підсумковій таблиці .

Таблиця.2.5 Прогнозні та фактичні обсяги відпуску електроенергії виробників з ВДЕ за 01.04.2018

	Прогнозні дані	Фактичні дані		Прогнозні дані	Фактичні дані
Години	МВт.г		Години	МВт.г	
1	300	272	13	771	687
2	285	286	14	816	605
3	288	301	15	808	568
4	282	304	16	747	582
5	278	307	17	638	516
6	277	304	18	516	439
7	283	332	19	416	406
8	307	357	20	368	375
9	367	420	21	373	364
10	466	531	22	382	365
11	581	637	23	392	353
12	686	721	24	388	335

Для оцінки точності прогнозування генерації розрахуємо середню абсолютну відсоткову похибку (mean absolute percentage error – MAPE) між фактичними та прогнозними даними:

$$M = \left(\frac{100\%}{n}\right) \cdot \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2.1)$$

Розрахунки винесено в додаток. Для останнього значення:

$$M = \left(\frac{100\%}{n}\right) \cdot \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| = \left(\frac{100\%}{24}\right) \cdot \sum_{t=1}^{24} \left(\left| \frac{272 - 300}{272} \right| + \left| \frac{286 - 285}{286} \right| + \dots + \left| \frac{353 - 392}{353} \right| + \left| \frac{335 - 388}{335} \right| \right) = 12.7\%$$

Занесемо результати даного розрахунку за всі контрольні періоди в табл. 2.6.

Таблица 2.6. Змінення MAPE протягом періоду досліджень

Період	MAPE, %
01.09.2016	53,52
01.12.2016	100,44
01.03.2017	19,59
01.06.2017	21,35
01.09.2017	27,02
01.12.2017	20,17
01.03.2018	46,48
01.04.2018	12,70

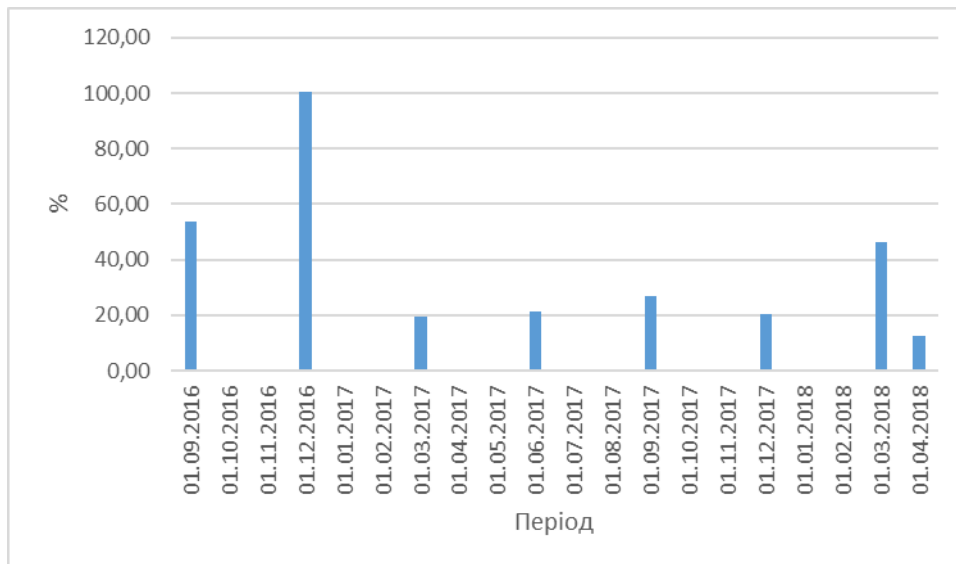


Рисунок 2.14 Динаміка зміни MAPE прогнозованих даних генерації електроенергії на ВДЕ України в 2016- 2018 роках.

З рис.2.14 видно, що MAPE змінюється в часі хаотично, що вказує на недосконалість застосованих методів прогнозування. Крім того, протягом досліджуваного періоду MAPE коливається в значних межах, що надалі може призвести до неефективного функціонування ВДР. Тому особливу увагу слід приділити вдосконаленню методів прогнозування виробітку електроенергії з ВДЕ та методів управління попитом на БР.

2.4. Прогнозування електроспоживання в Україні

Споживання енергоресурсів до 2035 року збільшиться майже на третину - з 13,1 млрд. тонн нафтового еквівалента в 2015 році до 17,3 млрд тонн в 2035-м. При цьому в Україні загальне споживання енергоресурсів зросте на 7% - з 90 до 96 млн. тонн нафтового еквівалента, прогнозують експерти [30].

Очікується, що частка нафти в світовому споживанні енергоресурсів з 2015 по 2035 рік скоротиться з 32 до 27%, а частка вугілля - з 29 до 22%. Одночасно з ростом загального енергоспоживання, за прогнозами експертів, істотно збільшиться частка поновлюваних джерел енергії - з використанням

енергії сонця, вітру, води [30].

Світовий прогноз - за найближчі 15 років частка поновлюваних джерел зросте з нинішніх 3% до 14%. А в Україні, судячи з усього, це зростання буде ще більш істотним - з нинішніх 5% до 25% до 2035 року. Наприклад, за словами прем'єр-міністра України Володимира Гройсмана, Україна має намір майже в два рази збільшити частку гідроелектростанцій у виробництві електроенергії – до 15,5% проти нинішніх 8,6% [30].

Розглянемо основні сценарії розвитку світових енергетичних ринків.

1. «Базовий сценарій»

Основні зовнішні фактори, які впливають на розвиток енергетичного сектора, – це економічне зростання (яке значно впливає на попит на енергоресурси) і тренди демографічного розвитку. В рамках «Базового сценарію» за основу взяті темпи зростання ВВП на рівні 3,5% на рік. Закладено збереження сформованих показників зниження енергоємності ВВП (в середньому 1,2% на рік). Крім того, в сценарій закладається відсутність значущих технологічних революцій і проривів і підвищення конкурентоспроможності нових технологій (поступове здешевлення нових технологій у міру їх впровадження), а також враховуються поточні пріоритети енергетичної політики з введенням в дію оголошених на кінець 2017 р планів і програм [31].

Ринок рідкого палива (нафтопродукти, рідкі біопалива і синтетичні рідкі палива, вироблені за спеціальними технологіями (переробка газу в рідке паливо та переробка вугілля в рідке паливо). З усіх основних видів палива, попит на види рідкого палива зростає найбільш повільними темпами. Попит на них до 2040 р в «Базовому сценарії» складе 5160 млн. т н.е., що вище значень 2015 року на 25%.

Основний приріст попиту на рідке паливо в світі буде забезпечуватися країнами, що не входять в Організацію економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). При цьому в Європі і країнах ОЕСР - Азії попит знижуватиметься. Структура світового попиту на нафту за секторами в

період до 2040 р зазнає певних змін: в загальному споживанні нафти знизиться частка електроенергетики, що буде викликано посиленням міжпаливної конкуренції. Зокрема, в міру заміщення мазутних ТЕЦ вугільними, газовими та станціями на поновлюваних джерелах енергії знизиться частка сектора тепло- та електрогенерації в загальному споживанні нафти. Конкуруючі види палива будуть заміщати нафту і в побутовому секторі. Промисловий сектор, навпаки, збереже свою роль в міру зростання нафтохімічних виробництв, проте в даному секторі серйозну конкуренцію нафти складе природний газ. Таким чином, фактично єдиним сектором, який буде забезпечувати приріст попиту на нафту, в період до 2040 р. буде транспортний сектор. Зростання попиту буде забезпечено транспортним сектором [31].

Світовий попит на види рідкого палива буде покриватися в основному за допомогою видобутку нафти і газового конденсату. При цьому в рамках «Базового сценарію» в період з 2015 по 2020 р світ переживе «пік традиційної нафти» - найвища точка видобутку на традиційних родовищах, після проходження якої вона почне знижуватися.

Зниження рівня видобутку буде обумовлено поступовою виробленням запасів на найбільших існуючих родовищах. Зниження видобутку на традиційних родовищах буде компенсуватися збільшенням видобутку газового конденсату і нетрадиційної нафти.

Ринок газового палива. У період до 2040 році попит на газ буде рости більш повільними темпами, ніж в попередній період, в середньому - на 1,6% в рік, проте газ при цьому залишиться найбільш швидко зростаючим з викопних видів палива. 2040 р світовий попит на газ досягне 5340 млрд м³, що на 60% вище рівень 2010 р

Найближча чверть століття буде «ерою газу», проте не в рівній мірі для різних регіонів світу: попит на газ буде кратно збільшуватися в країнах, що розвиваються. Так, в Північній Америці прогнозується помірне зростання попиту, в Європі та ряді країн СНД – його цілеспрямоване зниження.

Найбільше збільшення попиту на газ – в шість разів до 2040 р – прогнозується в Китаї. В цілому для світу пік попиту на газ в доступній для огляду перспективі не проглядається. Країни, що розвиваються забезпечать основний приріст споживання, їх частка в світовому споживанні виросте з 7% у 2010 році до 25% в 2040 р відміну від нафтового ринку, де додатковий попит буде покриватися за рахунок видобутку нетрадиційної нафти, приріст світового попиту на газ буде в основному забезпечуватися розробкою нових родовищ традиційного газу, які до 2040 р забезпечать 80% пропозиції [32].

Міжрегіональна торгівля природним газом буде зазнавати серйозні зміни: Північна Америка перейде в категорію нетто-експортерів (з можливістю поставок на світові СПГ-ринки до 70 млрд м³ в 2040 р.), обсяги поставок з Африки збільшаться в три рази, експортні поставки з Близького Сходу - на 75%, істотно виросте мережевий і СПГ-експорт з регіону СНД, посиляться роль Австралії в якості найбільшого постачальника СПГ [32].

Ринок твердого палива (вугілля, торф, тверде біопаливо, біомаса і відходи). Найбільшу конкуренцію газовому паливу на світовому ринку складе тверде паливо, яке представляє базу світового енергозабезпечення. Вони будуть продовжувати займати домінуючу роль в енергоспоживанні, хоча приріст їх використання стане сповільнюватися.

До 2040 р практично всі країни ОЕСР будуть знижувати споживання цього енергоресурсу. Країни, що не входять в ОЕСР, навпаки, будуть збільшувати попит на вугілля, в першу чергу, це торкнеться Китаю і Індії. Основний обсяг видобутку вугілля сконцентрований всього в семи країнах, що забезпечили в 2015 р 84% світового виробництва: це Китай, США, Індія, Індонезія, Австралія, Росія і ПАР. У період до 2040 р склад основних учасників ринку істотно не зміниться [32].

Електрика є найбільш зручною у використанні формою енергії і буде витісняти інші джерела, демонструючи зростання в прогнозному періоді в більшості країн світу (навіть в тих країнах ОЕСР, первинне споживання в яких стабілізується).

Важливою особливістю електроенергетики є її регіональний характер. Основний приріст виробництва електроенергії (87%) забезпечать країни, що розвиваються, що неминуче призведе до збільшення частки первинної енергії, використовуваної для виробництва електроенергії.

У міру того як все більша кількість первинних енергоресурсів буде використовуватися в секторі електроенергетики (в 2040 року вже 46% всіх первинних енергоресурсів будуть використовуватися для виробництва електроенергії, в 2010 році частка становила лише 36%), в даному секторі посиляться міжпаливна конкуренція. Проте, не дивлячись на зростання значущості ВДЕ в даному секторі, в цілому «Базовий сценарій» вказує на збереження ролі вуглеводнів в світовому енергетичному балансі.

2. Сценарій «Нові виробники»

У світовій економіці і геополітиці є ряд передумов для зміни ситуації з пропозицією вуглеводнів з джерел з невисокими витратами, що, в принципі, може привести до зниження цін на нафту і газ. У сценарії «Нові виробники» передбачаються максимально високі (з реалістичних) обсяги виробництва нафти і газу новими гравцями (на ринках нафти до таких гравцям відносяться, головним чином, Бразилія, Ірак і Іран, на ринках газу - Іран, Катар, Австралія, країни Східної Африки, Туркменістан) і оцінюється вплив цієї додаткової пропозиції вуглеводнів на світові енергетичні ринки [31].

Основним результатом реалізації сценарію «Нові виробники» стане посилення конкуренції між виробниками з відносним погіршенням становища постачальників з більш високими витратами.

3. Сценарій «Інша Азія»

Величезний вплив на світову економіку та енергетику надаватимуть процеси, що відбуваються в країнах, що розвиваються - Азії.

Вугілля - це основа енергобалансу Китаю і Індії, найбільших представників даної групи країн. Традиційно прийнято вважати, що свої потреби вони будуть задовольняти за рахунок власного видобутку, проте ризики досягнення вже в найближче десятиліття піків видобутку в цих

країнах і виникнення дефіциту вугілля високі.

В основі розрахунку сценарію «Інша Азія» закладені наступні передумови з видобутку вугілля: стабілізація видобутку вугілля в Індії в 2025-2028 р на рівні 624 млн т з подальшим зниженням; зростання видобутку в Китаї до 3804 млн т в 2025 році з подальшим зниженням. Крім того, в рамках даного сценарію споживання газу в двох країнах також збільшується щодо «Базового сценарію» (майже на 200 млрд м3).

У сукупності зростання попиту на енергію при проходженні піків видобутку в Китаї та Індії зумовлять виникнення дефіциту енергії та необхідність нарощування імпорту енергоресурсів, в першу чергу, вугілля, що становить основу енергобалансі двох країн.

Незважаючи на хорошу забезпеченість ресурсами вугілля в цілому по світу, введення нових видобувних потужностей обмежений. Проте, при зростанні попиту і цін на ринку цілий ряд країн, в тому числі Австралія, Індонезія, ПАР, Росія і США, в стані наростити свій експорт. Ключові традиційні гравці (зокрема, США і ПАР) не зроблять значного впливу на розвиток ринків в період до 2040 г. Серед країн, які зможуть наростити видобуток у відповідь на зростання попиту, варто відзначити Австралію, Колумбію і Монголію [32].

В цілому, сценарій може призвести до зміни структури світової економіки: у міру скорочення можливості власного виробництва вугілля і наростання необхідності його заміщення більш дорогим імпортним сировиною відбуватиметься погіршення умов конкурентоспроможності Китаю і Індії на світовому ринку.

Таким чином, в одних країнах відбувається зростання ВВП за рахунок переведення частини підприємств з Китаю і Індії, а в інших - за рахунок нарощування експорту енергоресурсів. ВВП Китаю в 2040 року в сценарії «Інша Азія» буде на 11% нижче, ніж в «Базовому сценарії», а ВВП Індії - на 9%. При цьому ВВП США буде вище на 9%, ніж в «Базовому сценарії», в Африці і Південно-Східної Азії - на 20%, в Росії - на 21% .

Ціни на енергоресурси формуються безліччю факторів, вплив яких доволі різний. Серед цих факторів - фундаментальна взаємозв'язок попиту та пропозиції, позиції учасників нафтового ринку і неринкові чинники, що впливають на ринок переважно в короткостроковій перспективі.

Рівноважна ціна - це ціна, при якій за рахунок видобутку на традиційних і нетрадиційних родовищах і з урахуванням комерційно ефективних пропозицій нафтозаміщення буде задовольнятися попит по роках прогнозного періоду (фактично – динаміка точок перетину кривих попиту і пропозиції). Показник цієї ціни залежить від прогнозу попиту і витрат на видобуток і доставку ресурсу [32].

У «Базовому сценарії» в період до 2040 р будуть спостерігатися такі тренди. Після періоду відносно стабільної середньорічної ціни на нафту в 111 дол. / Бар., Яка встановилася на світовому ринку в 2011-2012 рр., В період до 2020 р рівноважні ціни на нафту будуть знижуватися під впливом зростання видобутку щодо недорогої сланцевої сировини (до 103 дол. / бар.). До 2040 року ціни почнуть відновлюватися і досягнуть рівня в 111 дол. / Бар.

У сценарії «Нові виробники» можливий приріст видобутку щодо дешевої нафти з родовищ Бразилії, Іраку і Ірану, що знизить ціни на нафту в період з 2015 по 2035 року приблизно на 10%, в порівнянні з цінами в «Базовому сценарії», а до 2040 р міру зниження обсягів видобутку в цих країнах ціни знову наблизяться до рівня «Базового сценарію».

Нові виробники не зможуть забезпечити обвального падіння цін на нафту, навіть з урахуванням того, що витрати на родовищах цих країн нижче, ніж витрати замикаючих постачальників.

Максимальний вплив на ринки нафти ці країни зможуть надати в період до 2020 р: додаткові обсяги видобутку (300 млн т понад рівня «Базового сценарію») приведуть до відповідного зниження видобутку в США, Росії, Китаї, Мексиці, Малайзії, Індонезії, Норвегії, Великобританії, Казахстані та Саудівської Аравії. Після 2020 року, коли нові виробники стануть наблизятися до піку своєї здобичі, додаткова, в порівнянні з

«Базовим сценарієм», пропозиція скоротиться і потенціал впливу на ринки також знизиться [31].

Таким чином, сценарій «Нові виробники» продемонстрував, що на ринку немає гравців, здатних істотно знизити ціни нафти. В рамках ринкових цін можливі відхилення від балансових, проте будь-яке зниження ціни нижче витрат на видобуток буде короточасним; за ним послідує корекція пропозиції і вирівнювання ринку і цін.

Висновок до розділу 2

Дослідження статистичних даних генерації електроенергії на ВДЕ в сукупному балансі генерації України показали, що на сьогоднішній день частка відновлюваної генерації становить приблизно 2.5 %, що є досить низьким показником. При цьому вартість електроенергії виробленої на ВДЕ порівняно велика, близько 11.7 % в загальному обсязі. Це спричинено тим, що держава змушує всіх повністю викуповувати цю енергію за високою вартістю (значно вищої від її собівартості), і це не дає поки що якихось переваг чи вигод для споживача. Втім це сприяє динаміці росту генерації «чистої» енергії але , але він надто незначний.

Також МАРЕ прогнозування генерації на ВДЕ змінюється в часі хаотично (протягом 2016 – 2018 років), що вказує на недосконалість застосовних методів прогнозування. Протягом досліджуваного періоду МАРЕ коливається в значних межах, що надалі може призвести до неефективного функціонування ВДР. Тому особливу увагу слід приділити вдосконаленню методів прогнозування виробітку електроенергії з ВДЕ та методів управління попитом на БР.

РОЗДІЛ 3.Методологія управління попитом

3.1. Методи управління попитом на ринку електричної енергії

Управління попитом – ініціативна форма економічної взаємодії енергопостачальних організацій зі споживачами, що забезпечує взаємовигідне регулювання обсягів і режимів електроспоживання [22].

Сутність управління попитом полягає в цілеспрямованому і планомірному впливі енергокомпанії на обсяги, структуру і режими енергоспоживання в обслуговуваному регіоні. Підвищення ефективності використання енергії споживачами і розвиток генеруючих (мережевих) потужностей компанії розглядаються як взаємодоповнюючі аспекти енергозабезпечення. Зекономлена енергія виступає в якості ресурсу, що заміщує вироблення (передачу) потрібної кількості енергії. В результаті активного формування попиту на енергію і потужність енергокомпанія отримує можливість забезпечити додаткові енергетичні потреби свого регіону з мінімальними витратами [23].

За кордоном передумовою до створення програм управління попитом (ПУП) стала світова енергетична криза 1973 року, яка спричинила за собою зростання цін і дефіцит первинних ресурсів, а отже, і підвищення цін на електроенергію [24]. У 1978 році в США був прийнятий закон про національну політику енергозбереження, за допомогою якого розроблений комплекс заходів з управління попитом (Demand-Side Management /DSM/). До середини 1980-х років програми управління попитом використовувалися практично у всіх штатах, що дозволило знизити потребу в будівництві нових ліній електропередачі.

ПУП припускають залучення інвестицій, щоб підвищити енергоефективність, і політику з метою змусити споживача знизити власні потреби в електроенергії, засновані на фінансові стимули (знижки на енергоефективне обладнання або застосування диференційованих тарифів на електроенергію). Відповідні витрати на організацію і адміністрування

програм з управління попитом несуть безпосередньо енергокомпанії або незалежні організації (наприклад, спеціальні фонди енергозбереження, що діють у багатьох країнах світу, або комітети, які здійснюють моніторинг виконання ПУП), які підлягають ліцензуванню і регульовані державою [24].

Економічна ефективність концепції управління попитом, яка виступає в якості альтернативи будівництва нових енергетичних потужностей, обумовлена істотно нижчими витратами на енергозбереження в порівнянні з виробництвом додаткової електроенергії (від 2 до 10 разів), а також відносно малими термінами окупності інвестицій (1-3 роки). Також велике значення мають надійність і відповідність енергетичного виробництва екологічним вимогам.

Застосування механізму управління попитом є вигідним для всіх суб'єктів енергоринку:

- вигода для споживачів. Управління попитом передбачає поліпшення енергоекономічних параметрів виробництва на основі підвищення енергоефективності, раціоналізації режимів електроспоживання і зниження вартості енергопостачання. Йдеться про усунення надмірного попиту на енергію і потужність в розрахунку на одиницю об'єму продукції або послуг.

- вигода для енергокомпаній. Усувається загроза втрати доходів генеруючих і мережевих компаній через нарощування власної генерації в промисловості. Внаслідок зниження невизначеності попиту підвищується якість планування розвитку енергопотужностей в регіонах.

- вигода для постачальників енергоефективного обладнання та послуг з енергозбереження. Управління попитом сприятиме розвитку відповідних ринків. В даному випадку компанії, що управляють попитом, виступають як посередники між постачальниками технічних засобів і послуг та споживачами [23]

Існує декілька випробуваних світовою практикою економічних методів управління попитом на електроенергію. У США зіткнулися з необхідністю впровадження управління споживанням під час енергетичних криз 1973 та

1979 років. Тоді уряди багатьох країн взялися за створення програм скорочення енергоспоживання. Одним з перших прикладів стало прийняття Закону про національну політику енергозбереження (National Energy Conservation Policy Act) у 1978 році у США. У відповідь на зростання цін на первинні енергоресурси та їх дефіцит було розроблено ряд заходів, що отримали назву DSM (управління попитом з боку споживача). DSM розвивалося найбільш швидко в Каліфорнії та північно-західній частині США і вже до середини 1980-х поширилося на решту території як засіб зменшення потреби в будівництві нових станцій і мереж. Створене в 1974 році Міжнародне енергетичне агентство (International Energy Agency) у 1993 році почало міжнародну програму з розвитку та просування DSM технологій. На сьогодні ця програма включає 21 країну Європи, Азії, Америки та Австралії [25].

DSM включало ряд заходів, орієнтованих як на загальне зниження рівня споживання, так і на вирівнювання графіка навантаження шляхом зменшення піків, зміщення споживання у часи меншого навантаження енергосистеми, стимулювання попиту в провалах графіка навантаження енергосистеми. Загалом DSM розділяється на два класи підзавдань: методи енергоефективності (Energy efficiency) та управління попитом (Demand response – DR) або Load management (LM) (рис. 2.3) [26].

Однак на практиці найбільш поширеними стали лише два методи: динамічна тарифікація та добровільне обмеження попиту з боку споживачів.

Промислово розвинуті країни використовують три основні концепції формування тарифних ставок.

1. Тариф розраховується виходячи з повного доходу, достатнього для покриття витрат протягом періоду експлуатації джерела енергії та утворення певного прибутку.

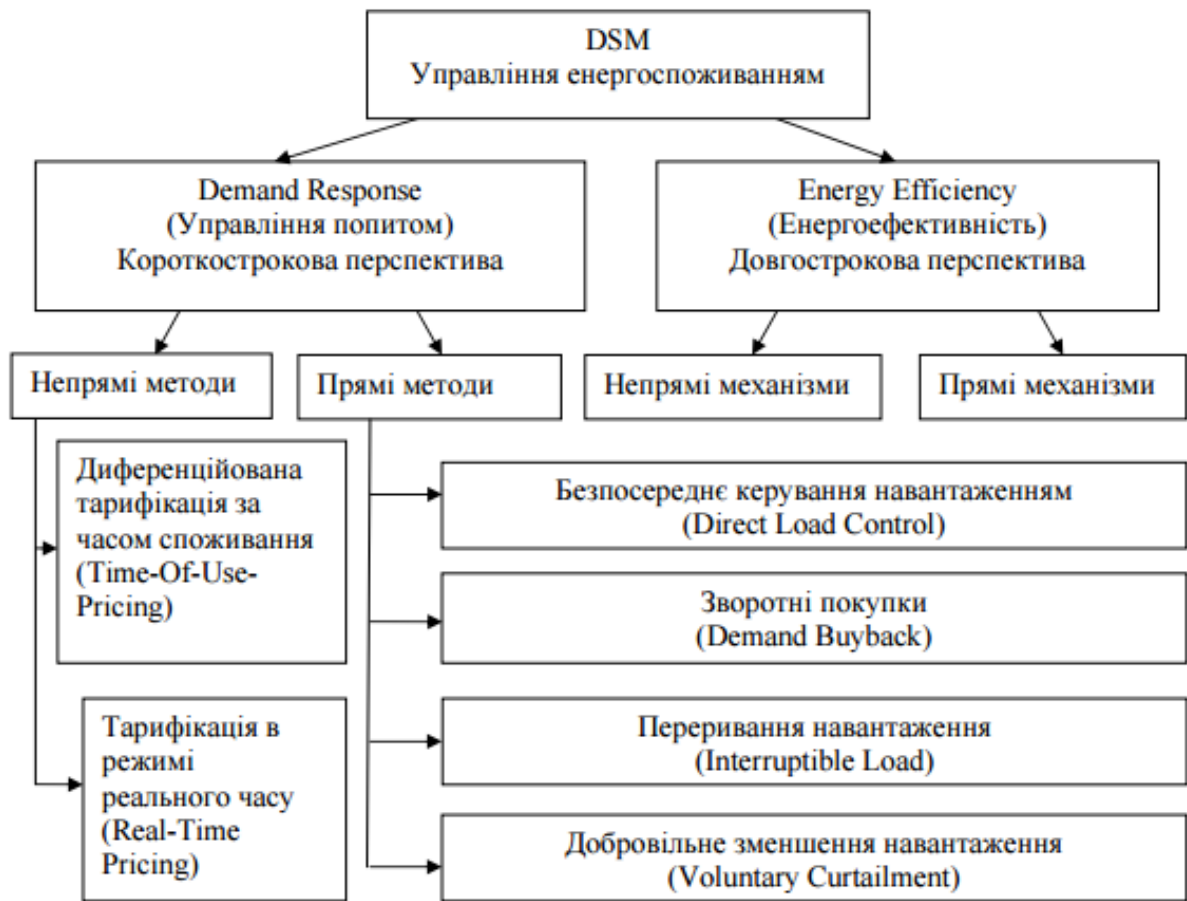


Рис. 2.3. Методи управління попитом на ринку електроенергії

2. На основі розрахунку короткострокових граничних (маржинальних) витрат встановлюються тимчасові змінні тарифи (добові, сезонні), що відображають коливання в графіку навантаження та пов'язані з цим витрати енергокомпаній на маневрування потужністю. Це дозволяє балансувати попит і пропозицію на ринку електроенергії.

3. Ціна на електроенергію встановлюється на основі довгострокових граничних витрат, що враховують витрати на спорудження та введення в експлуатацію нових електрогенеруючих потужностей. Зокрема, в Японії для промислових споживачів тарифи диференційовані за класами напруги та часу доби. У США встановлені єдині для всіх компаній види тарифів на електроенергію: добові тарифи; сезонні тарифи; тарифи за категоріями споживачів (промисловий, сільськогосподарський, побутової тощо); тарифи по надійності електропостачання споживачів, згодних на перерви в

електропостачанні або значне зниження обсягу електроспоживання в години максимальних навантажень та соціально орієнтовані тарифи [27].

Диференціювання тарифів на електроенергію вирішує принципово важливі в ринкових умовах завдання:

- 1) встановлення зв'язку між її вартістю та фактичними витратами на виробництво й розподіл;
- 2) обмеження монополії виробників та підприємств, що надають послуги з передачі електроенергії;
- 3) підвищення надійності електропостачання; залучення споживачів для управління власним навантаженням і графіком навантаження енергосистеми;
- 4) стимулювання енергозбереження та енергоефективності. Для підвищення економічності роботи енергосистем велике значення має встановлення тарифів, диференційованих за сезонами року та зонами добового часу [27].

Структура тарифу реального часу складається з погодинної ціни за спожиту в цей годину електроенергію без фіксованої плати за заявлений максимум навантаження, плюс фіксована плата, заснована на минулому споживанні з урахуванням знижок при постачанні на середній та високій напрузі, поправок на втрати трансформації, знижок під час перерв в електропостачанні в минулому тощо, що гарантує споживачеві стабільність оплати за цим тарифом – не вище оплати за електроенергію при використанні нормальних тарифів. Для здійснення проектів з управління споживанням необхідна розробка регуляторних стимулів, що давали б поштовх до їх впровадження й розвитку [28].

Досить поширеною практикою (наприклад, у США) є включення витрат DSM-програм у тариф на електроенергію (до 16-17%) і не включення інвестиційної складової витрат енергокомпаній, поки нові станції не вводяться в експлуатацію (істотне збільшення ризику інвестицій в нові електростанції призводить до прискореного розвитку альтернативних

програм управління споживанням) [27].

Для вирішення конфлікту, викликаного зниженням продажів через зменшення споживання електроенергії, здійснюється індексація втрат доходів. Зокрема, допускається одержання зі споживачів чистого доходу (який мали б компанії без зменшення продажів енергії).

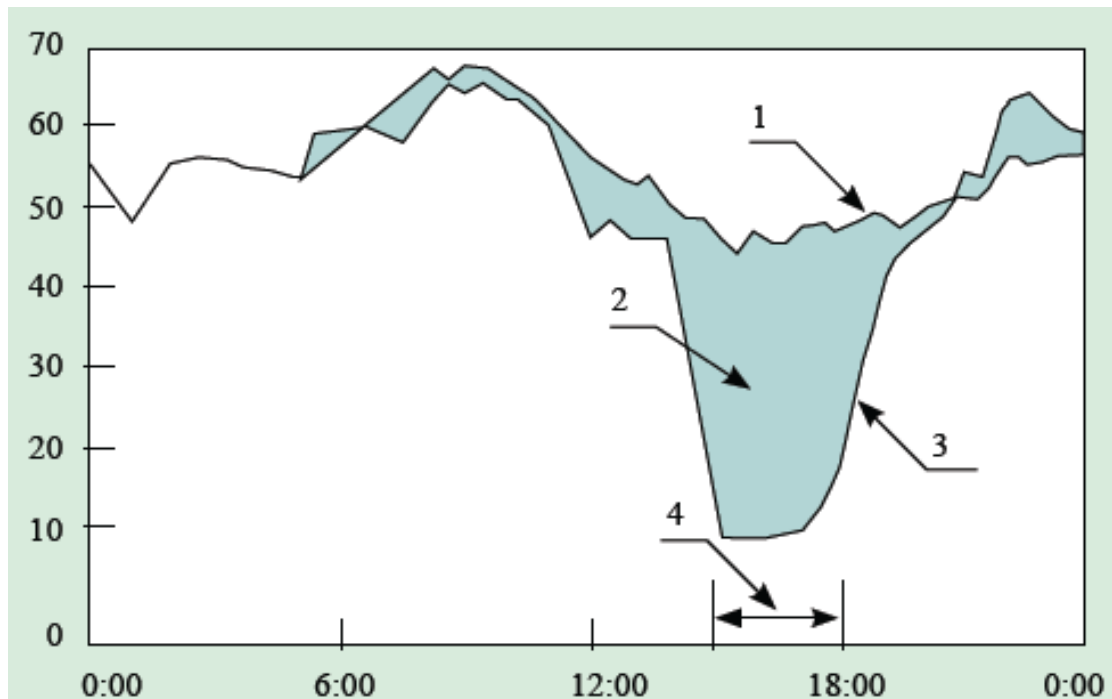
Метод розділення доходів гарантує енергокомпаніям доходи незалежно від обсягу продажів. Енергокомпанії складають балансові рахунки відхилення доходів і цю різницю включають у розрахунок ціни на енергію для споживачів на наступний рік. Такий механізм розриває зв'язок між обсягами продажів і прибутком [27].

На сьогоднішній день більше 30 країн світу успішно застосували інструментарій ПУП з метою енергозбереження, зниження обсягів нового будівництва енергопотужностей, поліпшення економічних і екологічних параметрів роботи енергосистеми. Аналіз впровадження ПУП показує, що в різних країнах концепція управління попитом реалізується приблизно за одним сценарієм, пов'язана з однаковими труднощами.

Світовим лідером в цій області є США. Так, наприклад, з 1985 по 1995 рік понад 500 енергокомпаній в різних штатах реалізували ПУП і отримали економію 29 ГВт пікового навантаження. Середні питомі витрати на досягнення такого результату склали всього 2-3 центи на кіловат-годину, що набагато нижче середньої ставки тарифу [23].

Велика кількість американських ПУП – це програми управління навантаженням (load management), засновані на застосуванні динамічних тарифів.

На малюнку показаний ефект, який отримала енергетична компанія Florida Power and Light після того, як її найбільші комерційні і промислові споживачі погодилися знизити споживання електроенергії в пікові години в обмін на зниження тарифних ставок (рис.2.1) [23].



1 – ретроспектива

2 – економія

3 – використання електроенергії після введення тарифів

4 – період, що аналізується

Рис.2.1. Зниження навантаження енергетичної компанії Florida Power and Light за рахунок програми

В результаті 12 споживачів відчували істотне зниження енергоспоживання в літній період. Наприклад, о 15:00 споживання електроенергії було нижче на 36 МВт в порівнянні з відповідним параметром в цей час доби до впровадження заходів з управління попитом.

Диференційовані тарифи активно застосовують і в європейських країнах. У Бельгії, Данії та Франції введені нові системи тарифів стимулювали зниження навантаження в період зимового максимуму за рахунок дії пільгових тарифів в інші пори року, при цьому в періоди піків споживання енергія могла коштувати більш ніж в 20 разів дорожче базової. Ефект від реалізації ПУП виявився істотним: наприклад, у Франції з'явився третій добовий максимум навантаження близько години ночі [23]

Серед азіатських країн Таїланд найбільш успішно займається

управлінням попитом. За допомогою ПУП вдалося домогтися зниження пікового навантаження на 556 МВт. Завдяки даній програмі середньорічний обсяг енергозбереження склав 3140 КВт-год, викиди вуглекислого газу скоротилися на 2,32 млн т в рік.

Деякі ПУП досить специфічні. У ряді країн працюють так звані програми по формуванню цінностей – освітні заходи, спонсоровані державою спільно з енергетичними компаніями і спрямовані на інформування школярів і студентів про важливість енергозбереження шляхом проведення семінарів і поширення роздавальних матеріалів.

До традиційних ПУП відносяться впровадження енергоефективних пристроїв на виробництвах, в комерційному і житловому секторах; заходи щодо маркування побутової техніки (особливо кондиціонерів і холодильників), розвиток енергосервісу тощо. Мета маркування - дати відомості споживачеві про клас енергетичної ефективності. Наприклад, на холодильниках клас енергоефективності вказується на задній стінці. У ряді країн техніка з високим класом енергоефективності представлена в більшій кількості роздрібних точок і коштує дешевше. Таким чином, споживачів стимулюють звертати увагу на енергоспоживання обладнання і вибирати вироби з найменшим енергоспоживанням.

Поряд з високим економічним потенціалом ПУП існує ряд факторів, що перешкоджають ефективній реалізації програм. Так, суспільне значення ПУП нерідко вступає в протиріччя з традиційними комерційними інтересами енергокомпаній - потенційних суб'єктів управління попитом, зацікавлених у збільшенні обсягу продажів і маси прибутку від реалізації електроенергії, а не в енергозбереженні. Отже, в області ціноутворення робляться спроби розірвати зв'язок між обсягами продажів електрики і прибутком компанії. Цей зв'язок розглядається в якості головного бар'єру для енергокомпаній, які намагаються налагодити управління попитом [23]

Виникає необхідність використовувати адміністративно-правове примус і різні методи економічного стимулювання щодо таких

постачальників. Наприклад, можна обмежувати доходи енергокомпаній, встановлюючи фіксовану величину доходу в розрахунку на одного споживача в обслуговуваному регіоні. Крім того, в ряді випадків законодавство встановлює певний відсоток річного доходу, який компанія зобов'язана інвестувати в проекти підвищення енергоефективності своїх споживачів.

До інших чинників можна віднести:

- брак фінансування ПУП. Ця проблема може бути вирішена шляхом встановлення спеціальної надбавки до діючого тарифу. Як правило, її розмір вкрай незначний, наприклад від 0,1 до 3,0 цента в США. Даний механізм адаптований в Великобританії, Іспанії, Норвегії, Данії та Таїланді. Можна встановити як фіксовану надбавку до тарифу, так і у вигляді відсотка від щомісячного платежу споживача за електроенергію. Наприклад, в Каліфорнії вона дорівнює 0,6%, дохід від місцевих проектів з управління попитом, реалізованих за допомогою надбавочний механізму, склав близько 750 млн дол.;

- труднощі при розподілі обов'язків між суб'єктами управління попитом. Для країн з реструктуризованою електроенергетикою (типу російської) управління попитом переміщається з інтегрованих компаній на рівень електромережових, що контактують безпосередньо зі споживачами. Можливо адміністрування ПУП незалежною організацією, відповідні державні органи вибирають її, видають їй ліцензію і регулюють її діяльність. Вважається, що подібна організація знаходиться поза енергобізнесу, оскільки відсутня можливий конфлікт інтересів між зростанням продажів електроенергії (потужності) і зниженням попиту;

- неуважність до концепції управління попитом під час проведення реформ. Реалізація ПУП часто вимагає модернізації законодавства, сприяння розвитку нових ринків (наприклад, енергоефективних технологій), створення специфічних фінансових інструментів, тому концепція управління попитом повинна бути обов'язково врахована при плануванні реформ, інакше в

подальшому змінити правила гри буде досить складно, як, наприклад, це було в Китаї [29].

В Україні з 1 липня 2019 року буде функціонувати внутрішньодобовий ринок.

Для участі внутрішньодобовому ринку учасники укладають з оператором ринку договір про участь на ринку, типова форма якого є невід'ємною частиною правил внутрішньодобового ринку.

Оператор ринку не має права відмовити в укладенні договору про участь у внутрішньодобовому ринку, якщо учасник ринку належним чином виконав усі умови правил внутрішньодобового ринку щодо доступу до внутрішньодобового ринку [5].

Купівля-продаж електричної енергії на внутрішньодобовому ринку здійснюється за правилами внутрішньодобового ринку.

З метою продажу/купівлі електричної енергії на ринку учасники цього ринку подають оператору ринку свої пропозиції (заявки). Форма та порядок подання пропозицій (заявок) визначаються правилами ринку.

До торгів допускаються учасники ринку, які відповідно до вимог правил надали гарантії виконання фінансових зобов'язань за договорами на внутрішньодобовому ринку. Види та порядок надання гарантій визначаються правилами ринку.

Ціна купівлі-продажу електричної енергії на внутрішньодобовому ринку - за принципом ціноутворення "по заявленій (пропонованій) ціні" відповідно до правил ринку.

Ціни на внутрішньодобовому ринку є вільними (ринковими) цінами.

За результатами торгів відповідно до правил оприлюднюються ціна та обсяги купівлі-продажу електричної енергії для кожного розрахункового періоду та інші показники, що можуть використовуватися як орієнтир (індикатор) для укладення правочинів щодо купівлі-продажу електричної енергії на ринку електричної енергії [5].

Купівля та продаж електричної енергії на внутрішньодобовому ринку

здійснюються на підставі відповідних договорів між учасником цього ринку та оператором ринку, укладених за правилами.

Увесь обсяг електричної енергії, імпортованої з держав, що не є сторонами Енергетичного Співтовариства, продається виключно на ринку "на добу наперед" та балансуєчному ринку, на внутрішньо добовий ринок вона не потрапляє [5].

Оператор ринку у порядку та формі, визначених правилами ринку, інформує про договірні обсяги купівлі-продажу електричної енергії учасниками внутрішньодобового ринку для кожного розрахункового періоду.

Регулятору до дати початку дії внутрішньодобового ринку електричної енергії забезпечити відсутність перехресного субсидіювання між різними категоріями споживачів [5].

З метою обмеження впливу підтримки виробників електричної енергії за "зеленим" тарифом на ціни за електричну енергію з дати початку дії нового ринку електричної енергії запроваджується перехідний період на новому ринку електричної енергії.

3.2 Методологічний підхід до керування електроспоживанням.

Оперативне керування електричним навантаженням здійснюється для примусового відключення чи включення забезпечення підприємств споживчою потужністю і енергією. Для того щоб використовувати спеціалізовані системи в оперативному керуванні енергоспоживанням використовують такі методи: плаваючого (ковзного) вікна, миттєвої норми, ідеальної норми, ідеальної норми з прогнозом навантаження та неперервного контролю.

Метод управління по миттєвій нормі здійснюється за функцією різниці між навантаженням $\Delta P(t)$, усередненим за малий період часу (до 3 хвилин) $P(t)$, і постійною в часі уставкою $\Delta P_{з\ max}$. Основний недолік методу полягає в недовикористанні відведеного ліміту потужності, тобто навантаження не

може бути вище заданого, в той час як середнє за 30-хвилинний інтервал навантаження, зазвичай, виявляється нищим за задане. [34]

Метод управління по прогностній величині електроспоживання виділяється тим, що управління на контролері здійснюється за функцією різниці між прогностним значенням електроспоживання $W_{\text{прогн}}(t)$ до кінця періоду T і лімітом електроенергії $W_{\text{л}}$:

$$W_{\text{прогн}}(t) = W_{\text{прогн}}(t) - W_{\text{л}} \quad (3.1)$$

Головною метою управління є мінімізація величини $|W_{\text{прогн}}(t)|$. Враховуючи те, що на точність прогнозів впливає форма графіку навантаження, потрібно вводити довірчий інтервал для підвищення якості управління. Керування по прогностній величині електроспоживання забезпечує найбільш повне використання ліміту електроспоживання, відведеного для підприємства на період контролю, проте, обов'язковою умовою його функціонування є складність і високі функціональні вимоги до АСКОЕ, що значно підвищує вартість системи. Крім того, в інформаційно-керуючих системах з прогнозуванням навантаження (електроспоживання) існує більший ризик перевищення ліміту потужності в порівнянні з методом керування споживачами-регуляторами за ідеальною нормою.

Реалізація методу «плаваючого» вікна відрізняється від метода управління за миттєвою нормою тим, що із заданою величиною порівнюється навантаження, усереднена не за час Δt , а за весь інтервал контролю T . Цей метод також висуває високі функціональні вимоги до АСКОЕ і лічильників електроенергії, і не завжди може бути реалізований [34].

Отже з опису методів можна виділити те, що максимальне використання споживачем виділеного значення електроенергії найбільшою мірою реалізується за допомогою методу управління за ідеальною нормою. Крім того, цей метод є незамінним, коли можливі часті перевищення навантаження, так як в цих умовах керуючі дії здійснюються протягом всієї лінії скидання.

Тому дослідимо метод ідеальної норми, з можливістю його адаптації до

сучасних умов ринку .

Управління за методом ідеальної норми здійснюється у функції неузгодженості між електроспоживанням споживача $W(t)$ з моменту $t = 0$ і лінійно змінюваною в часі уставкою $W_n \cdot t/T$ (ідеальна норма), де W_n – ліміт електроспоживання, виділений на час T (рис.3.1) [34].:

$$\Delta W(t) = W_n \cdot t/T - W(t) \quad (3.2)$$

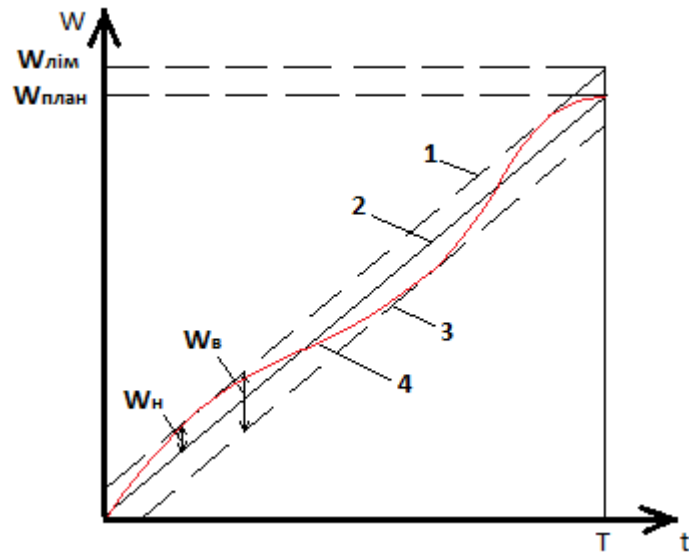


Рисунок 3.1. Діаграма принципу управління по ідеальній нормі:

- 1 - лінія скидання; 2 - ідеальна норма; 3 - лінія відновлення;
- 4 - фактичне навантаження.

Метою управління є утримання неузгодженості в границях $\Delta W_c \leq \Delta W(t) \leq \Delta W_e$. В основі методу лежить розбиття періоду максимуму енергосистеми на інтервали тривалістю T . Відлік часу t всередині кожного інтервалу ведеться з того моменту, що співпадає з початком цього інтервалу. При $\Delta W(t) \leq \Delta W_n$ керуюче навантаження знижується, при $\Delta W(t) \leq \Delta W_e$ – відновлюється. Після закінчення керованого інтервалу T все відключене навантаження відновлюється.

Функціональну схему контролера, який реалізує метод керування за ідеальною нормою, наведено на рис.3.2[34].

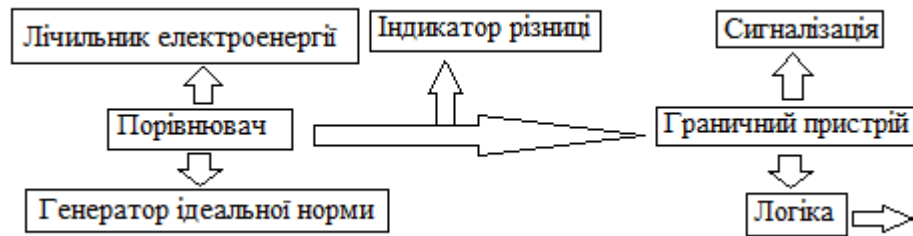


Рисунок 3.2 Функціональна схема контролера, що реалізує метод управління за ідеальною нормою.

Протягом інтервалу керування T контролер безперервно порівнює фактичне (дійсне) енергоспоживання з попередньо визначеною кількістю електроенергії для конкретного часового інтервалу (ідеальною нормою).

Метод ідеальної норми має певні недоліки: ввімкнення контролерів має бути синхронізовано з часовими інтервалами енергопостачальної організації; керування електроспоживанням ведеться без врахування закону зміни електричного навантаження, що призводить до частого необґрунтованого його відключення. Так як в кінці кожного контролюючого інтервалу T все відключене раніше навантаження відновлюється, то при досить великому числі споживачів, що регулюють своє електроспоживання по даному методу, на початку наступного інтервалу T може бути створений штучний пік навантаження. [34].

Так як на ринку електричної енергії керування споживанням є важливим, то доцільно було б впровадити даний метод на підприємствах, але з урахуванням правил лібералізованого ринку електричної енергії.

В разі запровадження даного методу на базі контролера треба розглянути два базові випадки, які можливі для електроспоживання на підприємстві.

Перший випадок наведений на рисунку 3.1 має місце коли планове споживання, узгоджене на РДН, є меншим за ліміт: $W_{\text{лім}} < W_{\text{план}}$. В такому випадку графік 3,1 описуватиме роботу контролера, що керує величиною електроспоживання в межах довірчого інтервалу, тобто намагається зберігати наростаючі значення W у межах ліній скидання та відновлення. До речі,

границі інтервалу вибираються для кожного підприємства індивідуально.

Другий випадок виникає тоді, коли планове споживання і ліміт співпадають по величині: $W_{\text{лім}} = W_{\text{план}}$. Графік керування попитом за таких умов наведено на рис.3.3[34].. В цьому випадку межа лінії скидання не повинна в кінці періоду співпадати з граничним електроспоживанням, оскільки в разі виходу за межі ліній скидання підприємство нестиме значні грошові збитки у вигляді штрафів за перевищення ліміту потужності (споживання).

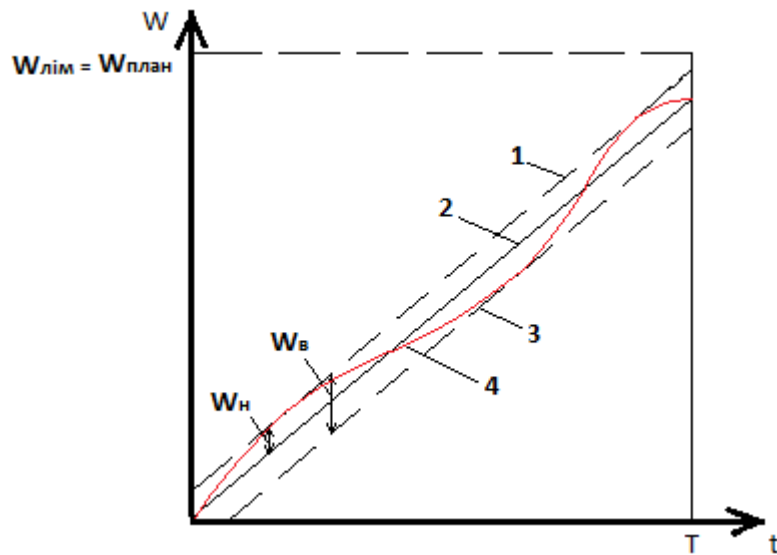


Рисунок 3.3. Діаграма принципу управління по ідеальній нормі:

- 1 - лінія скидання; 2 - ідеальна норма; 3 - лінія відновлення;
- 4 - фактичне навантаження.

Значення скидного навантаження досить просто визначити графічним або аналітичним способом.

Графічний спосіб. Система вимірювання подає графік навантаження підприємства з кроком Δt (рис.3.4) [34].. В координатах W і T (рис.3.5) проводиться пряма, що відповідає лінійному закону електроспоживання підприємством протягом заданого періоду T за умови виконання обмеження по електроспоживанню за цей період. Далі будується лінія скидання – допустимий рівень електроспоживання, перевищення якого викликає необхідність в оперативному керуванні навантаженням. Відображення електроживлення у % дозволяє створити універсальний графік оперативного

керування навантаженням. За 100% береться електроспоживання, задане для контролюючого інтервалу (такий графік будується завчасно, як основа для подальших розрахунків). Лінія ідеальної норми визначається як,

$$W(t) = W_{\text{лім}} \cdot t/T = P_{\text{лім}} \cdot t, \quad (3.3)$$

де $P_{\text{лім}}$ - гранична часова потужність, t – поточний час

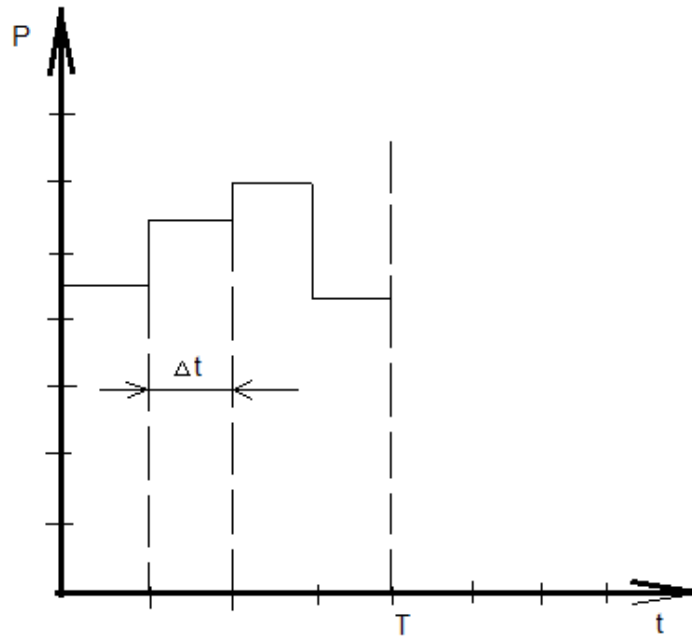


Рисунок 3.4. Графік навантаження підприємства з кроком Δt за період T .

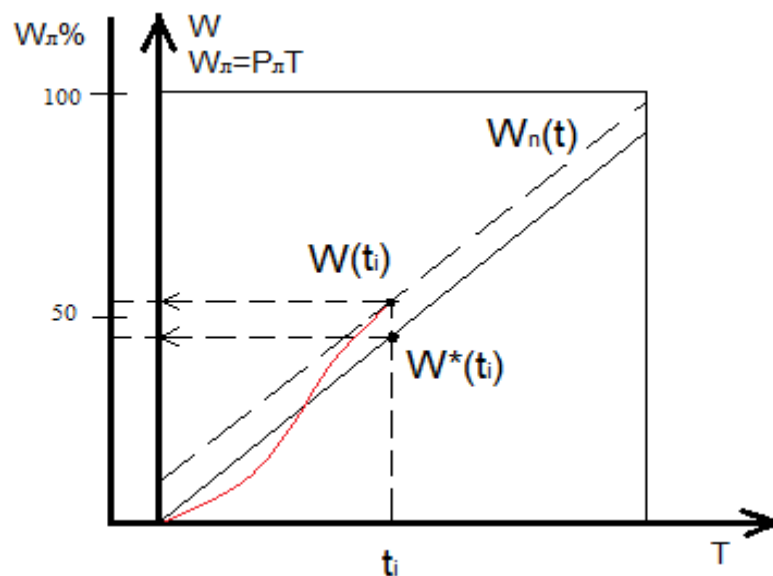


Рисунок 3.5. Графік визначення значень скидання навантаження.

Використовуючи данні про поточне електроспоживання і відкладаючи

їх на графіку, отримуємо картину виконання ідеальної норми електроспоживання для конкретного моменту часу. Якщо поточне значення електроспоживання $W(t_i)$, більше за допустиме на поточний момент часу $W_g(t_i)$, то необхідно знизити навантаження. Перевищення, рівне

$$\Delta W = W(t_i) - W_g(t_i), \quad (3.4)$$

є необхідною величиною керуючого впливу.

Її можливо визначити двома способами: визначивши на черговому кроці,

$$\Delta W = W(t_i) - W^*(t_i), \quad (3.5)$$

або визначивши до кінця періоду T , розподіливши ΔW між n інтервалами Δt що залишилися, тобто

$$\Delta W = (W(t_i) - W^*(t_i))/n \quad (3.6)$$

Конкретний спосіб визначення обмежень потрібно обирати з урахуванням ΔW , кількості кроків що залишилися до кінця періоду контролю, а також наявних споживачів регуляторів.

Порядок роботи з графіком на рис.3.5 наступний[34]..

1. Для поточного моменту часу t_i визначаємо значення реального електроспоживання. Ця величина може бути отримана різними шляхами:

А) за запитом до системи буде видаватися інформація про сумарне електроспоживання з початку контрольованого інтервалу T , тобто $W(t_i)$;

Б) можуть бути відомі значення електроспоживання за окремі Δt з початку інтервалу T , в такому разі

$$W(t_i) = \sum_{k=1}^i W_k \quad (3.7)$$

2. Виставляємо значення реального електроспоживання у відсотках, $W(t_i) \%$. Для цього з точки $W(t_i)$ паралельно осі t проводимо лінію до перетину з віссю $W \%$.

3. Визначаємо перевищення ідеальної норми у відсотках :

$$\Delta W\% = W(t_i)\% - W^*(t_i)\% \quad (3.8)$$

4. Знаходимо перевищення ідеальної норми в абсолютних одиницях:

$$\Delta W = W(t_i) - W^*(t_i) \quad (3.9)$$

5. Визначаємо значення скидного навантаження за формулами 3.5 чи 3.6. [34].

Аналітичний спосіб. Маючи дані про $W(P_i)$, $W_i(P_i)$, $W(t_i)$, і величину довірчого інтервалу d (лінію скидання навантаження) у випадку перевищення реальним електроспоживанням лінії скидання, обмеження навантаження визначаємо наступним чином:

$$\Delta P = W(t_i) - (P_{\text{л}} \cdot t_i - d) / \Delta t, \quad (3.10)$$

$$\Delta W = W(t_i) - (P_{\text{л}} \cdot t_i - d) \quad (3.11)$$

Висновок до розділу 3

Метод ідеальної норми був розроблений у зв'язку з обмеженою кількістю потужностей наявних в енергосистемі. Модернізований до сучасних умов ринку, метод розглядає додаткові обмеження щодо споживання електроенергії, так як вони не тільки пов'язані із споживаною потужністю але й дозволяють коригувати різні небаланси пов'язані з споживанням енергії за період T , докупляючи чи продаючи потрібну енергію на ВДР. При цьому можливі два базові випадки для графіків електроспоживання на підприємствах. Перший полягає в тому що лінія планового споживання лежить нижче від граничного споживання, таким чином виконання плану споживання вздовж прямої ідеальної норми, обмеженої довірчим інтервалом (верхня межа інтервалу не піднімається вище за граничне споживання), гарантує або виконання або пере- чи недовиконання планової величини електроспоживання, але виключає випадок перетину граничного споживання, що в іншому випадку нестиме для підприємства значні збитки. Другий випадок відрізняється від першого тим що лінії планового і граничного споживання співпадають, і тому тренд нашої ідеальної норми досягає наприкінці періоду значення нищого від планового, до того ж різниця між цими значеннями має бути не меншою від різниці лінії ідеальної норми та верхньої межі довірчого інтервалу (лінії скидання).

РОЗДІЛ 4 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

В даному розділі запропоновано стартап проект автоматичний пристрій управління (АПК) енергоспоживання за ідеальною нормою та проведено аналіз цього проекту для з'ясування можливості його впровадження на ринку і напрямків реалізації цього впровадження. Розділ оформлено відповідно з [63].

4.1 Опис ідеї

Проектом даного стартапу є АПК енергоспоживання за ідеальною нормою, що здійснює управління режимом роботи електрообладнання з урахуванням визначеної кількості спожитої електроенергії на підприємствах. Назва проекту «Controller at the ideal norm»

Даний АПК здійснюватиме регулювання електроспоживання обладнанням на основі проведення таких процедур:

1. Порівняння вхідної інформації з лічильника електроенергії та закладеним генератором «ідеальної норми»;
2. Визначенням різниці між цими даними;
3. Подання сигналу про зміну режиму споживання через логічний елемент до обладнання.

Таблиця 4.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Керування електроспоживанням на стороні споживача з метою підвищення енергоефективності	Великі та середні промислові підприємства	1. Підвищення рівня енергетичної ефективності 2. Збільшення конкурентоспроможності на ринку

Даний метод реалізований в АПК є інноваційно новим, оскільки працює за модернізованим методом, тому немає сильних конкурентів.

Таблиця 4.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№, п/п	Техніко-економічні характеристик и ідеї	Потенційні товари конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проєкт	Потенційні товари конкурентів	Керування по методу ідеальної норми та по прогнозу			
1	Надійність системи	1	2	3		2,3	1
2	Глобальність	1	2	3		2	1,3
3	Оперативність	1	2	3	3	2	1

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 4.3 – Технологічний аудит ідеї проекту

№, п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Оперативне керування обладнанням за покращеним методом	програмне забезпечення	Наявні	Доступні
2	Формування графіка ідеальної норми за даними підприємства	програмне забезпечення для контролерів	Наявні	Доступні

Отже, технології та їх доступність вже на даний момент передбачують можливість створення необхідного АПК.

4.3 Аналіз можливостей розвитку стартап-проекту в умовах ринку

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Таблиця 4.4 – Характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість головних гравців, од	135
Загальний обсяг продаж, ум.од	37600
Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Залучення інвестиції
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні як такі ,тому що використана за ідею модифікація існуючого режиму керування

Ринок є привабливим для входження, оскільки він перебуває на етапі розвитку. Також в зв'язку з переходом до нової моделі ринку даний продукт обіцяє бути актуальним та рентабельним.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Необхідність зниження витрат на покриття неточного енергоспоживання на ринку електроенергії	Великі та середні промислові підприємства	Прагнення зекономити на перевитратах на ринку електроенергії	Висока точність і швидкість керування , простота у використанні

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози
Небажання впроваджувати нові технології без відповідної поінформованості	За відсутності розуміння вигод від впровадження технології не буде ніяких інновацій на виробництві.
Співпраця підприємств тільки з перевіреними фірмами що закріпилися на ринку.	Неготовність керівників підприємств до венчурних інвестиції в невідомі проекти

Таблиця 4.7 - Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості
Реалізація вдосконаленого методу керування електроспоживанням	Метод добре застосовувати в зв'язку із впровадженням нової моделі ринку електричної енергії
Можливість меншого керування уточненням заявок на ринку	Економія як часу так і ресурсів (електроенергії) а отже і витрат

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
Характеристика конкуренції – олігополія	Майже немає аналогічних пристроїв на поточний час	Підвищення прибутків за рахунок зниження собівартості продукції
За рівнем конкурентної боротьби – національний	Зменшення питомих витрат на виробництво продукції	Зменшення собівартості продукції
За галузевою ознакою – товарно-видова	Впровадження реалізується на підприємствах із значною складовою навантаження та наявності споживачів регуляторів	Можливість більш раціонально використовувати електроенергію
За характером конкурентних переваг – нецінова	Вдосконалення АПК за рахунок нових режимів керування	

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти
Складові аналізу	Розробники АПК із схожими режимами	Наявність значної кількості великих фірм конкурентів	Обізнаність в сучасних інноваційних технологіях	Потреби в АПК в сучасних умовах ринку
Висновки:	Конкурентна боротьба присутня але незначною мірою.	Можливості входу на ринок є але за рахунок значних інвестицій	Є необхідність в співпраці з виробниками різного обладнання	Клієнти слідкують за розвитком технологій, тому є необхідність задовольняти їх потреби

Оскільки розроблений нами АПК працює на модернізованому режимі ідеальної норми, то цей продукт буде хорошим відкриттям для ринку із застарілими контролерами.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
Надійність системи	Забезпечує досить точне керування графіком навантаження в режимі реального часу і має підвищену надійність
Глобальність	Завдяки своїм можливостям може бути застосований на підприємствах різного профілю виробництва.
Оперативність	Здатний в режимі реального часу швидко реагувати на зміни навантаження та

	подавати керуючі сигнали
--	--------------------------

Таблиця 4.11 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: - Оперативність регулювання; - Побудова ідеальної норми	Слабкі сторони: - Дороге програмне забезпечення для АПК - Взаємодія тільки з відносно новим обладнанням
Можливості: - Коригування необхідних параметрів регулювання	Загрози: - Поява більш уніфікованих АПК

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 4.12 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Підприємства, із великим навантаженням та групами споживачів регуляторів	Готові розглянути	Результати після розгляду	Низька	Обмежена тільки фінансово

Обравши цільові групи потенційних споживачів визначаємо стратегію охоплення ринку: масовий маркетинг.

Таблиця 4.13 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
так	так	ні	Стратегія виклику лідера

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.14 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Точне коригування електроспоживання	Економія на витратах за перевищення обсягів електроспоживання	АПК з модернізованим методом ідеальної норми

Таблиця 4.15 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові						
I. Товар за здумом	Керування електроспоживанням за методом ідеальної норми						
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики <table> <tr> <td>1.</td><td>надійність</td></tr> <tr> <td>2.</td><td>глобальність</td></tr> <tr> <td>3.</td><td>оперативність</td></tr> </table>	1.	надійність	2.	глобальність	3.	оперативність
1.	надійність						
2.	глобальність						
3.	оперативність						

Таблиця 4.16 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару
Придбання товару на підставі укладення договору на технічне обслуговування на тривалий період.	Проведення тренінгів, надання технічного обслуговування

Висновок до розділу 4

Даний АПК реалізований на модернізованому методі ідеальної норми на поточний момент не має сильних конкурентів на ринку, оскільки інші схожі методи регулювання знаходяться ще на стадії розробки. Крім того для подальшого освоєння і захоплення ринку доцільно було б співпрацювати із виробниками обладнання що використовується суміжно. Крім того в зв'язку з майбутнім підвищенням точності прогностів генерацій на ВДЕ, і відповідно закупівлі цієї енергії на ВДР, керування електроспоживанням на підприємстві буде вигідним, оскільки коригування всіх небалансів на БР буде приведено до мінімуму. Таким чином товар може бути дуже популярним на ринку однак для його реалізації потрібні залучити значні інвестиції та провести заходи з ознайомленням та належної проінформованості про продукт як найперспективніший на ринку серед найближчих конкурентів.

ВИСНОВКИ

1. Ринок електричної енергії – це система відносин між учасниками ринку, що виникає під час здійснення купівлі-продажу електричної енергії та/або допоміжних послуг, передачі та розподілу, постачання електричної енергії споживачам.

Учасниками ринку за новим Законом України «Про ринок електричної енергії» є: виробники електроенергії, гарантований покупець; гарантований постачальник; незалежний постачальник; оператор ринку; електропередавальне підприємство; електророзподільне підприємство; системний оператор; адміністратор розрахунків.

Усі учасники ринку будуть тісно взаємодіяти на всіх сегментах ринку, серед яких ринок двосторонніх договорів; балансуючий ринок електричної енергії; внутрішньодобовий ринок електричної енергії; ринок електричної енергії "на добу наперед" та ринок допоміжних послуг. Всі сегменти ринку тісно переплетені між собою та доповнюють одне одного.

До правової основи функціонування ринку електричної енергії відносять Конституцію України, Закони України «Про ринок електричної енергії», «Про альтернативні джерела енергії», «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг», «Про природні монополії», «Про захист економічної конкуренції», «Про охорону навколишнього природного середовища», міжнародні договори України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, та інші акти законодавства України.

2. Дослідження статистичних даних генерації електроенергії на ВДЕ в сукупному балансі генерації України показали, що на сьогоднішній день частка відновлюваної генерації становить приблизно 2.5 %, що є досить низьким показником. При цьому вартість електроенергії виробленої на ВДЕ

порівняно велика, близько 11.7 % в загальному обсязі. Це спричинено тим, що держава змушує всіх повністю викуповувати цю енергію за високою вартістю (значно вищої від її собівартості), і це не дає поки що якихось переваг чи вигод для споживача. Втім це сприяє динаміці росту генерації «чистої» енергії але , але він надто незначний.

Також $MARE$ прогнозування генерації на ВДЕ змінюється в часі хаотично (протягом 2016 – 2018 років), що вказує на недосконалість застосовних методів прогнозування. Протягом досліджуваного періоду $MARE$ коливається в значних межах, що надалі може призвести до неефективного функціонування ВДР. Тому особливу увагу слід приділити вдосконаленню методів прогнозування виробітку електроенергії з ВДЕ та методів управління попитом на БР.

3. Метод ідеальної норми був розроблений у зв'язку з обмеженою кількістю потужностей наявних в енергосистемі. Модернізований до сучасних умов ринку, метод розглядає додаткові обмеження щодо споживання електроенергії, так як вони не тільки пов'язані із споживаною потужністю але й дозволяють коригувати різні небаланси пов'язані з споживанням енергії за період T , докупляючи чи продаючи потрібну енергію на ВДР. При цьому можливі два базові випадки для графіків електроспоживання на підприємствах. Перший полягає в тому що лінія планового споживання лежить нижче від граничного споживання, таким чином виконання плану споживання вздовж прямої ідеальної норми , обмеженої довірчим інтервалом(верхня межа інтервалу не піднімається вище за граничне споживання), гарантує або виконання або пере- чи недовиконання планової величини електроспоживання, але виключає випадок перетину граничного споживання, що в іншому випадку нестиме для підприємства значні збитки. Другий випадок відрізняється від першого тим що лінії планового і граничного споживання співпадають ,і тому тренд нашої ідеальної норми досягає наприкінці періоду значення нищого від планового, до того ж різниця між цими значеннями має бути не меншою від різниці лінії

ідеальної норми та верхньої межі довірчого інтервалу (лінії скидання).

4. Даний АПК реалізований на модернізованому методі ідеальної норми на поточний момент не має сильних конкурентів на ринку, оскільки інші схожі методи регулювання знаходяться ще на стадії розробки. Крім того для подальшого освоєння і захоплення ринку доцільно було б співпрацювати із виробниками обладнання що використовується суміжно. Крім того в зв'язку з майбутнім підвищенням точності прогозів генерацій на ВДЕ, і відповідно закупівлі цієї енергії на ВДР, керування електроспоживанням на підприємстві буде вигідним, оскільки коригування всіх небалансів на БР буде приведено до мінімуму. Таким чином товар може бути дуже популярним на ринку однак для його реалізації потрібні залучити значні інвестиції та провести заходи з ознайомленням та належної проінформованості про продукт як найперспективніший на ринку серед найближчих конкурентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Пізнання й досвід – шлях до сучасної енергетики: Науково-пізнавальне видання / Плачкова С. Г. – К., 2011. – 255 с.
2. Туkenov A.A. Рынок электроэнергетики: от монополии к конкуренции / А.А. Туkenov. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 416 с.
3. Франчук І.А. Особливості державного регулювання енергетики в ринкових умовах / І.А. Франчук // Вісник НАДУ при Президентові України. – 2008. – № 4. – С. 91-98.
4. Бушуєв В. В. Энергия российского Экоса (энергетика – экономика – экология). Часть 1. Энергия и энергетика. – М.: ИАЦ «Энергия», 2003
5. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII
6. Менеджмент в електроенергетиці: Учебное пособие / А.Ф. Дьяков, В.В. Жуков и др. / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Изд-во МЭИ, 2000 – 448 с
7. Кільницький О. Підсумки-2017: електроенергія перетворюється на дороге задоволення [Електронний ресурс] /О. Кільницький // Режим доступу: <https://mind.ua/publications/20180112-pidsumki-2017-elektroenergiya-peretvoryuetsya-na-doroge-zadovolennya>
8. Джигун О.М., Саух С.Є. Особливості нової моделі енергоринку України / О.М. Джигун, С.Є. Саух// Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/Mtit_2016_77_3.pdf
9. Бохонко І. В. Особливості формування ринку електроенергії України на конкурентних засадах/ І. В. Бохонко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2015. - №3. – С.33-37
10. Беляев Л.С. Системный подход при управлении развитием электроэнергетики. / Л.С. Беляев, Г.В. Войцеховская, В.А. Савельев и др. – Новосибирск : Наука, 1980. – 240 с.
11. Віхров О.П. Правові засади реформування ринку електричної енергії

/ О.П. Віхров // Економіка та право. – 2016. - № 1 (43). – С.11-18

12.Ткачук Я. Закон про ринок електроенергії: що він нам готує [Електронний ресурс] /Я. Ткачук // Режим доступу: http://pidruchniki.com/16790422/politologiya/yevropeyskiy_soyuz

13.Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 № 555-IV

14.Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу: Закон України від 05.04.2005 № 2509-IV

15.Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг: Закон України від 22.09.2016 № 1540-VIII

16.Про природні монополії: Закон України від 20.04.2000 № 1682-III

17.Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44-50.

18.Стогній Б.С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк, А.В. Праховник // Технічна електродинаміка. – 2012. – №5. – С. 52-67.

19.Дідок К. Ю. Підтримка розвитку альтернативних джерел енергії міжнародними фінансовими організаціями в країнах, що розвиваються, як фактор забезпечення енергетичної безпеки/ К. Ю. Дідок// Формування ринкових відносин в Україні. – 2011. №10(125). – С. 27-30

20.Топалов М. П'ять фактів про українську енергетику, які повинен знати кожен [Електронний ресурс] /М. Топалов // Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2017/11/1/630658/>

21.Менеджмент в електроенергетике: Учебное пособие / А.Ф. Дьяков, В.В. Жуков и др. / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Изд-во МЭИ, 2000 – 448 с

22.Мица Н.В. Управління попитом на електроенергію як необхідна передумова ефективної фінансової діяльності енергопостачального

підприємства / Н.В. Мица // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №6. – Т.3. – С. 93-98.

23. Гительман Л.Д. Управление спросом на электроэнергию: адаптация зарубежного опыта в России / Л. Д. Гительман // Режим доступа: http://info.e-c-m.ru/magazine/76/eau_76_207.htm

24. Паниковская Т. Ю. Возможности снижения платежей потребителей в условиях оптового рынка электроэнергии/ Т.Ю. Паниковская// Промышленная энергетика. - 2011. - № 11. - С. 10–13.

25. Згуровець О.В. Эффективные методы управления потреблением электрической энергии / О.В. Згуровець, Г.П. Костенко // Проблемы загальної енергетики. – 2007. – №16. – С. 75-80.

26. Лір В. Економічні механізми управління попитом на ринку електроенергії / В. Лір// Економіст. – 2015. - №2. –С. 9 - 13

27. Папков Б.В. Анализ проблем формирования и внедрения дифференцированных тарифов на электроэнергию / Б.В. Папков // Энергоэффективность. Опыт, проблемы, решения. 1999. – Выпуск 1. – С. 28-34.

28. Находов В.Ф. Методологія аналізу та корегування впливу диференційованих тарифів на конфігурацію графіків навантаження енергосистеми України / В.Ф. На- ходов, Т.В. Яроцька, А.О. Горбенко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №6. – С. 72-75

29. Finamore B., Zhaoguang H., Weizheng L. et al. Demand-side management in China. Benefits, barriers, and policy recommendations/Natural Resources Defense Council. [S. 1.,] URL: <http://www.nrdc.org/air/energy/chinadocs/dsm.pdf>.

30. Сколько еще газ, нефть и уголь будут ключевыми для энергетики Украины: прогноз эксперта <https://www.segodnya.ua/economics/enews/skolko-eshche-gaz-neft-i-ugol-budut-klyuchevymi-dlya-energetiki-ukrainy-prognoz-eksperta-1116650.html>

31. Макаров А.А. и др. Перспективы мировой энергетики до 2040 г./

А.А. Макаров // Мировая экономика и международные отношения. - 2014. - № 1.- С. 3-20.

32.Галкина А.А., Грушевенко Д.А., Грушевенко Е.В., Кулагин В.А., Миронова И.Ю. Перспективы развития мировой энергетики в период до 2040 г. и их влияние на российский топливно-энергетический комплекс [Электронный ресурс] / А.А. Галкина, Д.А. Грушевенко, Е.В. Грушевенко, В.А. Кулагин, И.Ю. Миронова// Режим доступа: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mW0mbW_rgf4J:https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-mirovoy-energetiki-v-period-do-2040-g-i-ih-vliyanie-na-rossiyskiy-toplivno-energeticheskiy-kompleks+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=ua&client=opera

33.Державне підприємство «Енергоринок». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gp.er.gov.ua>.

34. Праховник А.В., Розен В.П., Дегдарев В.В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий . – М: Недра. 1985. – 229с.

35.Механізми функціонування нової моделі ринку електричної енергії України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: : <https://nerc.gov.ua>